



TUGAS AKHIR - TE 141599

**ANALISIS KINERJA TCP/IP
UNTUK JARINGAN NIRKABEL 3G DI SURABAYA**

Wilda Ikhdiyah
NRP 2214105091

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Suwadi, M.T.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - TE 141599

**TCP/IP PERFORMANCE ANALYSIS
OVER 3G WIRELESS NETWORK IN SURABAYA**

Wilda Ikhdiyah
NRP 2214105091

Supervisors
Dr. Ir. Suwadi, M.T

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technical
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**ANALISIS KINERJA TCP/IP
UNTUK JARINGAN NIRKABEL 3G DI SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi dan Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Suwadi, M.T

NIP. 196808181993031002



ANALISIS KINERJA TCP/IP UNTUK JARINGAN NIRKABEL 3G DI SURABAYA

Nama : Wilda Ikhdiah
Pembimbing : Dr. Ir. Suwadi, M.T

ABSTRAK

Intelligent Transportation System (ITS) adalah sistem cerdas untuk mendukung manajemen transportasi dengan pemanfaatan teknologi (informasi, komunikasi, sensor, *control*, dan komputerisasi) untuk membangun sistem informasi dan manajemen transportasi secara otomatis. Kota Surabaya yang akan menerapkan ITS. Sistem komunikasi yang akan digunakan adalah sistem *e-ticketing*.

Pengukuran performansi *delay* dari beberapa operator yang digunakan dibuat suatu sistem. Sistem ini akan dijadikan pertimbangan dalam pembuatan ITS. Jaringan seluler yang digunakan adalah 3G. Didapatkan nilai *delay* dari sistem tersebut diharapkan menjadi pertimbangan dalam pembangunan sistem ITS untuk penerapan *e-ticketing*. Lokasi pengukuran di Jl. Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat.

Hasil dari pengukuran adalah didapatkan nilai *delay* dari ketiga lokasi. Untuk lokasi Jl. Pemuda mempunyai nilai *delay* kurang dari 2000 ms adalah operator B yaitu sebanyak 84 %. Untuk Terminal Purabaya nilai *delay* kurang dari 2000 ms operator B mempunyai nilai *delay* sangat baik yaitu 64 % . Sedangkan untuk lokasi Jl. Basuki Rakhmat operator B mempunyai *delay* sangat baik yaitu sebanyak 64 % . *Delay* yang didapatkan tergolong masih bisa ditoleransi untuk menjadi rekomendasi dalam pembangunan sistem ITS khususnya untuk penerapan sistem *e-ticketing* di Surabaya .

Kata kunci : *delay*, *e-ticketing*, *Intelligent Transport System* (ITS), 3G.

TCP/IP PERFORMANCE ANALYSIS OVER 3G WIRELESS NETWORK IN SURABAYA

Name : Wilda Ikhdiah
Supervisor : Dr. Ir. Suwadi, M.T

ABSTRACT

Intelligent Transportation System (ITS) is an intelligent system to support the management of transport with the use of technology (information, communications, sensors, controls, and computerized) for building information systems and transportation management automatically. Surabaya, which will implement the ITS. The communication system to be used is e-ticketing system.

Performance measurement *delay* of several operators that use is made of a system. This system will be taken into consideration in the manufacture of ITS. Mobile network used is 3G. *Delay* values obtained from the system are expected to be considered in the development of ITS systems for the implementation of e-ticketing. Measurement location at Jl. Pemuda, Terminal Purabaya and Jl. Basuki Rachmat.

Results Of the delay measurement value obtained from the Third location . To review Pemuda Street has a value of 2,000 ms delay Less Than B Operator It is as much as 84 % . For a review Terminal Purabaya delay Value Less Than 2,000 ms B operator has delayed Excellent value 64 % . The review Basuki Rachmat street B operator has postponed very good as 64 % . Delays can be recommendation for build ITS systems in particular to review the implementation of the System e - ticketing in Surabaya

Keywords : *delay*, e-ticketing, *Intelligent Transport System (ITS)*, 3G.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Laporan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Intelligent Transportation System (ITS)</i>	5
2.2 Konsep <i>E-ticketing</i>	5
2.3 Arsitektur Jaringan 3G	7
2.3.1 UE (<i>User Equipment</i>)	7
2.3.2 UTRAN (<i>UMTS Terrestrial Radio Access Network</i>)..	8
2.3.3 CN (<i>Core Network</i>).....	8
2.4 Quality of Service	10
2.4.1 <i>Delay</i>	10
2.5 Model OSI Layer	11
2.5.1 Layer <i>Application</i>	11
2.5.2 Layer <i>Presentation</i>	11
2.5.3 Layer <i>Session</i>	12
2.5.4 Layer <i>Transport</i>	12
2.5.5 Layer <i>Network</i>	12
2.5.6 Layer <i>Datalink</i>	12
2.5.7 Layer <i>Fisik</i>	12
2.6 Model layer TCP/IP	13
2.7 XAMPP.....	15
2.7.1 MySQL	16
2.7.2 PHPMyAdmin	16
2.8 Delphi Borland.....	16

2.9	<i>Wireshark</i>	17
2.10	CDF (Cumulative Distribution Function)	18
BAB III	METODE PENGUJIAN	19
3.1	Pemilihan Lokasi Pengujian	19
3.2	Desain Sistem Pengujian	19
3.3	Software Pengujian	20
3.4	Perencanaan Perangkat Pendukung	22
3.4.1	Kebutuhan Perangkat Lunak	23
3.4.2	Kebutuhan Perangkat Keras	24
3.5	Skenario Pengujian	25
3.6	Skenario Pengolahan Data	26
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS DATA	31
4.1	Hasil Pengujian Lokasi Jl.Pemuda	31
4.2	Hasil Pengujian di Lokasi Terminal Purabaya.....	37
4.3	Hasil Pengujian lokasi Jl. Basuki Rakhmat	42
4.4	Hasil perbandingan peroperator	48
4.5	Hasil dan Analisis Pengiriman Paket Data Menggunakan Wireshark.....	49
BAB V	PENUTUP	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran	56
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN A: LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL	61
	LAMPIRAN B : DATA CDF 3 LOKASI	63
	RIWAYAT HIDUP	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter <i>delay</i> berdasarkan SLAC [3]	11
Tabel 2.2 Perbedaan TCP dan UDP	15
Tabel 3.1 Parameter Masukan sistem.....	20
Tabel 3.2 sql untuk data	23
Tabel 4.1 Pengiriman data wireshark Frame 7, 9 dan 10	51
Tabel 4.2 Pengiriman data wireshark frame 11	52
Tabel 4.3 Pengiriman data wireshark frame 13	52
Tabel 4.4 Pengiriman data wireshark frame 14	53
Tabel 4.5 Pengiriman data wireshark frame 15	53
Tabel 4.6 Pengiriman data wireshark frame 17	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi Penelitian	3
Gambar 2.1 Arsitektur jaringan 3G untuk pengukuran	7
Gambar 2.2 Pemodelan Layer TCP/IP [6]	13
Gambar 2.3 TCP three way handshake	14
Gambar 2.4 Tampilan Software	17
Gambar 2.5 GUI dari <i>wireshark</i>	17
Gambar 3.1 Desain pengujian	20
Gambar 3.2 Flowchart cara kerja <i>software</i>	21
Gambar 3.3 Tampilan software Nettekst.....	22
Gambar 3.4 Flowchart Skenario Pengujian.....	26
Gambar 3.5 Flowchart pengolahan data hasil pengukuran	27
Gambar 3.6 Tampilan <i>database</i>	28
Gambar 3.7 <i>Field</i> untuk pengolahan data	28
Gambar 4.1 Grafik CDF hari ke-1 Jl. Pemuda	32
Gambar 4.2 Grafik CDF hari ke-2 Jl. Pemuda	32
Gambar 4.3 Grafik CDF hari ke-3 Jl. Pemuda	33
Gambar 4.4 Grafik CDF hari ke-4 Jl. Pemuda	34
Gambar 4.5 Grafik CDF hari ke-5 Jl. Pemuda	35
Gambar 4.6 Grafik CDF Lokasi Jl.Pemuda	36
Gambar 4.7 Grafik CDF hari ke-1 Terminal Purabaya	37
Gambar 4.8 Grafik CDF ke-2 Terminal Purabaya	38
Gambar 4.9 Grafik CDF hari ke-3 Terminal Purabaya	39
Gambar 4.10 Grafik CDF hari ke-4 Terminal Purabaya	40
Gambar 4.11 Grafik CDF hari ke-5 Terminal Purabaya	41
Gambar 4.12 Grafik CDF Lokasi Terminal Purabaya.....	42
Gambar 4.13 Grafik CDF hari ke-1 Jl.Basuki Rakhmat	43
Gambar 4.14 Grafik CDF hari ke-2 Jl. Basuki Rakhmat	44
Gambar 4.15 Grafik CDF hari ke-3 Jl. Basuki Rakhmat	45
Gambar 4.16 Grafik CDF hari ke-4 Jl. Basuki Rakhmat	46
Gambar 4.17 Grafik CDF hari ke-5 Jl. Basuki Rakhmat	47
Gambar 4.18 Grafik CDF Lokasi Jl.Basuki Rakhmat	48
Gambar 4.19 Grafik PDF setiap provider	49
Gambar 4.20 Proses Pengiriman data TCP	50
Gambar 4.21 Tampilan wireshark saat pengukuran	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi 3G merupakan perkembangan global teknologi mobile network untuk packet data. Teknologi ini menggunakan Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) sebagai *air-interface*-nya. Sebagian besar aplikasi dari 3G bersifat end-to-end application yang menggunakan Transmission Control Protocol (TCP). Kecepatan pengiriman pada 3G data mencapai 7.2 mbps (mega bit per detik) tapi nyatanya pengguna tidak mendapat kecepatan sebesar itu. Hal itu dikarenakan operator melakukan *throttling* kecepatan yaitu melambatkan koneksi internet pengguna. Permasalahan yang terjadi pada jaringan wireless adalah kualitas jaringan yang sangat bergantung pada infrastruktur pada BTS. Penyediaan BTS banyak mempengaruhi cakupan layanan yang bagus dan sebaliknya jika penyediaan BTS sedikit, akan ada daerah yang tidak mendapat sinyal atau tidak ter-cover oleh BTS (Base Transceiver Station).

Pengguna aktif internet di Surabaya sangat pesat menurut riset yang dilakukan Google dan GfK survei sebanyak 61% masyarakat kota di Indonesia memiliki ponsel pintar dan menggunakannya selama 5,5 jam sehari digunakan *chat*, ask fm, Instagram, Snapchat, Path, dan *browsing-browsing* , menurut riset yang dilakukan Google dan GfK. Hal tersebut mendorong adanya *Intelligent Transportation System untuk smart city di Surabaya* . Teknologi ini sangat berhubungan dengan kualitas jaringan nirkabel 3G yang nantinya dipergunakan sebagai media penyampaian informasi antara CC Room dengan armada transportasi public. Sehingga semua komunikasi data harus berlangsung lancar, dan meminimalkan *delay*. Apabila terjadi *delay* yang tinggi akan mempengaruhi semua pelayanan dari *Intelligent Transportation System* yang akan segera diterapkan. Dengan adanya teknologi generasi ketiga diharapkan bisa mengurangi adanya keterlambatan pengiriman data.

Oleh karena itu, untuk mengetahui kualitas jaringan generasi ketiga, penulis akan menganalisis kinerja dari jaringan nirkabel 3G di daerah Surabaya yang ditinjau dari sisi kecepatan penyampaian paket data (*delay*).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Pemilihan lokasi pengujian.
2. Penjelasan flowchart software yang digunakan dalam pengujian.
3. Perencanaan perangkat pengujian hardware maupun software
4. Arsitektur sistem pengukuran *delay*
5. Analisis karakteristik *delay* di lokasi Jl. Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat
6. Analisis hasil paket data pada wireshark dibandingkan dengan teori *three way handshake*

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Studi kasus untuk pengujian kinerja TCP/IP dari jaringan nirkabel 3G dengan asumsi dilakukan di Kota Surabaya yaitu Jl. Pemuda, Terminal Purabaya, dan Jl. Basuki Rachmad.
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk sistem pengukuran *delay* dan xampp untuk pengolahan database.
3. Pengerjaan tugas akhir difokuskan pada pengujian dan analisis kinerja jaringan 3G.
4. Dari data yang di dapat hanya di analisis dari kecepatan penyampain paket data (*delay*)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah melakukan pengujian kinerja TCP/IP dari jaringan nirkabel 3G pada Kota Surabaya sehingga dapat menghasilkan kinerja TCP/IP dengan kualitas layanan yang baik yang akan digunakan sebagai rekomendasi pembuatan sistem e-ticketing.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini dapat dilakukan dengan mengelompokkan dalam beberapa metodologi, yaitu :

1. Persiapan Awal

Setelah mempelajari teori-teori yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir ini melalui berbagai referensi baik buku-buku maupun jurnal-jurnal yang terkait, maka dapat dilakukan tahap-tahap selanjutnya, yaitu :

- a) Installasi aplikasi

Melakukan instalasi perangkat lunak untuk software yang diperlukan saat pengujian, yaitu : XAMPP, My SQL Connector, NetTest.

- b) Persiapan alat
- c) Menyelaraskan alat yang digunakan (telepon seluler) dengan aplikasi yang ada di laptop.

2. Pengujian

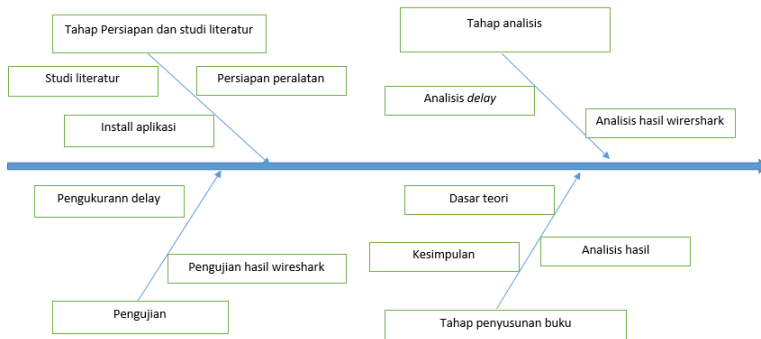
Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kinerja jaringan nirkabel 3G di Surabaya.

3. Analisa Hasil Pengujian

Menganalisa hasil pengujian berupa *delay* dan perbandingan teori TCP three way handshake dengan hasil pada *wireshark*. Hasil ditampilkan dalam bentuk grafik, agar mudah dipahami.

4. Penyusunan Buku

Melalui metode pengujian dan dasar teori yang digunakan serta menganalisa hasil pengujian yang dilakukan sehingga dapat ditarik kesimpulan.



Gambar 1.1 Metodologi Penelitian

1.6 Sistematika Laporan

Laporan penelitian Tugas Akhir ini disusun secara sistematis dibagi dalam beberapa bab, dengan perincian sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

- Bab ini berisikan penjelasan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan metodologi penelitian.
- Bab II Tinjauan Pustaka
Dalam bab ini membahas secara singkat dan jelas teori-teori yang terkait dalam penulisan Tugas Akhir.
- Bab III Metodologi Pengujian
Dalam bab ini membahas tentang pemilihan lokasi, penjelasan tentang software, perencanaan perangkat keras maupun lunak, dan scenario pengujian.
- Bab IV Hasil dan Analisis Data
Dalam bab ini membahas tentang Hasil pengujian dan analisis *delay* pada tiga tempat dan analisis perbandingan konsep TCP dengan hasil wireshark
- Bab V Penutup
Bab ini berisi tentang kesimpulan pokok dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan dari penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Intelligent Transportation System (ITS)*

Intelligent Transportation System (ITS) adalah sistem cerdas untuk mendukung manajemen transportasi dengan pemanfaatan teknologi (informasi, komunikasi, sensor, *control*, dan komputerisasi) untuk membangun sistem informasi dan manajemen transportasi secara otomatis. Tujuan dibuatnya *Intelligent Transportation System (ITS)* adalah Meningkatkan keselamatan lalu lintas, meningkatkan kelancaran lalu lintas, dan menjaga kelestarian lingkungan. Terdapat kriteria di dalam *Intelligent Transportation System (ITS)* yaitu sebagai berikut [7]:

1. Adanya pengelolaan trafik di jalan raya yang lebih baik (untuk permasalahan kemacetan) memanfaatkan komputer dan teknologi informasi.
2. Adanya pengelolaan informasi travel/paket perjalanan berbasis komputer dan teknologi informasi.
3. Adanya kendali yang pintar yang ditanamkan pada alat transportasi (*embedded*) berbasis teknologi informasi dan komputer guna menghindari adanya kecelakaan dalam berkendara.
4. Adanya sistem berbasis komputer dan teknologi informasi untuk pengelolaan jumlah armada pada suatu layanan transportasi untuk mengoptimalkan biaya operasional serta meningkatkan produktivitas kerja.
5. Adanya sistem yang pintar berbasis komputer dan teknologi informasi untuk menyajikan informasi kepada pengguna (masyarakat) terkait dengan layanan *public* di bidang transportasi.

2.2 *Konsep E-ticketing*

Konsep e-ticketing digunakan dalam sistem pembayaran, untuk transaksi. Konsep e-ticketing dapat dibagi menjadi seperti berikut ini

- *Contact-based technology* didasarkan pada komunikasi standart antara perangkat pengguna (hanya memori atau smart card) dan sistem akses sesuai dengan standart ISO 7816

- Teknologi *proximity* seringkali didasarkan pada komunikasi *contactless* sesuai dengan *sub-standart* yang berbeda dari ISO 14443, yang menghasilkan jarak transmisi sekitar 10cm
- Teknologi sekitar (*Vicinity*) terkait dengan ISO 15693 dan biasanya mencakup jarak transmisi hingga 1m
- *Long-range*, teknologi memerlukan baterai di perangkat pengguna (kartu) dan menggabungkan kopling induktif dengan transmisi data frekuensi radio sedangkan metode komunikasi pertama digunakan untuk mengaktifkan perangkat pengguna ketika memasuki kendaraan transportasi, yang kedua memungkinkan transmisi data *contactless* antara semua tempat di dalam kendaraan dan, misalnya, komponen akses elektronik di langit-langit. Teknologi ini menyediakan mekanisme anti-tabrakan untuk mencegah tabrakan transaksi elektronik, karena dapat terjadi sebaliknya [5].

Implementasi dari sistem e-ticketing dari Singapore (Ez-Link) menyatakan bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk penumpang untuk menaiki bus telah dipersingkat dari 4 detik dengan menggunakan kartu magnetic untuk 2 detik dengan menggunakan Smart Card Contactless (CSC).

Menerapkan konsep berdasarkan “jarak jangkauan” berikut ada beberapa potensi canggih untuk metode pembayaran

- *Check-in / check-out* (CICO). ini membutuhkan tindakan pengguna secara langsung. Jadi pelanggan harus menunjukkan perangkatnya pada validasi yang terdapat di dalam kendaraan ketika masuk dan atau keluar kendaraan.
- *Walk-in / walk-out* (WIWO), berdasarkan pada antena yang diletakkan pada pintu kendaraan. Mereka masuk dan keluar dengan deteksi dari perangkat yang dibawa oleh user dengan tanpa sebuah tindakan secara khusus
- *Be-in/be-out* (BIBO) system mendeteksi perangkat yang dibawa oleh penumpang ketika kendaraan berpindah dari satu stasiun ke stasiun lain, memungkinkan mendaftar semua penumpang yang sedang berada didalam kendaraan tersebut.

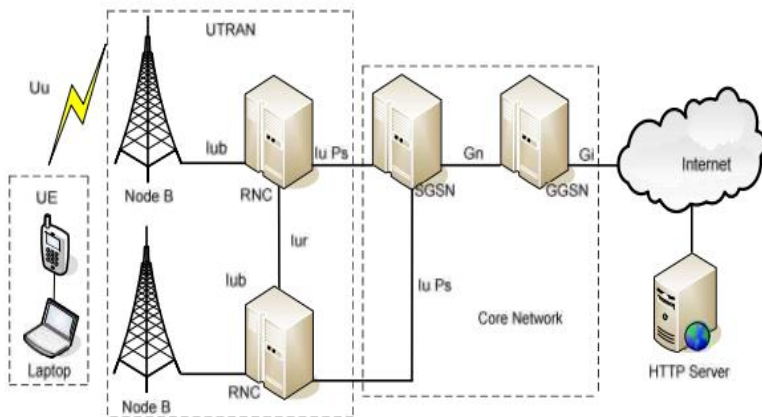
Berdasarkan pemakaian *e-ticketing*, dapat dikumpulkan berbagai informasi, diantaranya:

- Memantau kapasitas dan pembebanan untuk setiap rute
- Dapat memantau bus dan ketepatan waktu kedatangan bus
- Memantau penumpang yang terdapat dalam halte maupun bus

- Perkiraan penumpang per operator dan jenis tiketnya
- Analisis data perjalanan untuk berbagai kelompok penumpang
- Perkiraan on-Demand, waktu, biaya, mode yang terkait dalam perjalanan

2.3 Arsitektur Jaringan 3G

Teknologi telekomunikasi *wireless* generasi ketiga (3G) yaitu *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS). *Universal Mobile Telecommunication System* merupakan suatu evolusi dari GSM, dimana *interface* radionya adalah WCDMA dengan sistem *direct sequence wideband CDMA* (ds-WCDMA) [2], serta mampu melayani transmisi data dengan kecepatan yang lebih tinggi, kecepatan data yang berbeda untuk aplikasi-aplikasi dengan QoS yang berbeda. Arsitektur jaringan UMTS terlihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Arsitektur jaringan 3G untuk pengukuran

Dari gambar 2.1 terlihat bahwa arsitektur jaringan UMTS terdiri dari perangkat-perangkat yang saling mendukung, yaitu *User Equipment* (UE), *UMTS Terrestrial Radio Access Network* (UTRAN) dan *Core Network* (CN).

2.3.1 UE (*User Equipment*)

User Equipment merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk dapat memperoleh layanan komunikasi bergerak. UE

dilengkapi dengan *smart card* yang dikenal dengan nama USIM (*UMTS Subscriber Identity Module*) yang berisi nomor identitas pelanggan dan juga algoritma *security* untuk keamanan seperti *authentication algorithm* dan algoritma enkripsi. Selain terdapat USIM, UE juga dilengkapi dengan ME (*Mobile Equipment*) yang berfungsi sebagai terminal radio yang digunakan untuk komunikasi lewat radio.

2.3.2 UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*)

Jaringan akses radio menyediakan koneksi antara terminal mobile dan Core Network. Dalam UMTS jaringan akses dinamakan UTRAN (*Access Universal Radio electric Terrestrial*). UTRA mode UTRAN terdiri dari satu atau lebih Jaringan Sub-Sistem Radio (RNS). Sebuah RNS merupakan suatu sub-jaringan dalam UTRAN dan terdiri dari Radio Network Controller (RNC) dan satu atau lebih Node B. RNS dihubungkan antar RNC melalui suatu *Iur Interface* dan Node B dihubungkan dengan satu *Iub Interface*.

Di dalam UTRAN terdapat beberapa elemen jaringan yang baru dibandingkan dengan teknologi 2G yang ada saat ini, di antaranya adalah Node-B dan RNC (*Radio Network Controller*).

1. RNC (*Radio Network Controller*)

RNC bertanggung jawab mengontrol *radio resources* pada UTRAN yang membawahi beberapa Node-B, menghubungkan CN (*Core Network*) dengan *user*, dan merupakan tempat berakhirnya protokol RRC (*Radio Resource Control*) yang mendefinisikan pesan dan prosedur antara *mobile user* dengan UTRAN.

2. Node-B

Node-B sama dengan *Base Station* di dalam jaringan GSM. Node-B merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada UE. Fungsi utama Node-B adalah melakukan proses pada *layer 1* antara lain : *channel coding*, *interleaving*, *spreading*, *de-spreading*, modulasi, demodulasi dan lain-lain. Node-B juga melakukan beberapa operasi RRM (*Radio Resource Management*), seperti *handover* dan *power control*.

2.3.3 CN (*Core Network*)

Jaringan Lokal (*Core Network*) menggabungkan fungsi kecerdasan dan transport. *Core Network* ini mendukung pensinyalan dan transport informasi dari trafik, termasuk peringanan beban trafik. Fungsi-fungsi kecerdasan yang terdapat langsung seperti logika dan dengan

adanya keuntungan fasilitas kendali dari layanan melalui antarmuka yang terdefinisi jelas; yang juga pengaturan mobilitas. Dengan melewati inti jaringan, UMTS juga dihubungkan dengan jaringan telekomunikasi lain, jadi sangat memungkinkan tidak hanya antara pengguna UMTS *mobile*, tetapi juga dengan jaringan yang lain.

1. MSC (*Mobile Switching Center*)

MSC didesain sebagai *switching* untuk layanan berbasis *circuit switch* seperti *video*, *video call*.

2. VLR (*Visitor Location Register*)

VLR merupakan database yang berisi informasi sementara mengenai pelanggan terutama mengenai lokasi dari pelanggan pada cakupan area jaringan.

3. HLR (*Home Location Register*)

HLR merupakan database yang berisi data-data pelanggan yang tetap. Data-data tersebut antara lain berisi layanan pelanggan, *service* tambahan serta informasi mengenai lokasi pelanggan yang paling akhir (*Update Location*).

4. SGSN (*Serving GPRS Support Node*)

SGSN merupakan gerbang penghubung jaringan BSS/BTS ke jaringan GPRS. Fungsi SGSN adalah sebagai berikut :

- a. Mengantarkan paket data ke MS.
- b. Update pelanggan ke HLR.
- c. Registrasi pelanggan baru.

5. GGSN (*Gateway GPRS Support Node*)

GGSN berfungsi sebagai gerbang penghubung dari jaringan GPRS ke jaringan paket data standard (PDN). GGSN berfungsi dalam menyediakan fasilitas *internetworking* dengan *eksternal packet-switch network* dan dihubungkan dengan SGSN via *Internet Protokol* (IP). GGSN akan berperan antarmuka logik bagi PDN, dimana GGSN akan memancarkan dan menerima paket data dari SGSN atau PDN. Selain itu juga terdapat beberapa *interface* baru, seperti : Uu, Iu, Iub, Iur. Antara UE dan UTRAN terdapat *interface* Uu. Di dalam UTRAN terdapat *interface* Iub yang menghubungkan Node-B dan RNC, *Interface* Iur yang menghubungkan antar RNC, sedangkan UTRAN dan CN dihubungkan oleh *interface* Iu.

Protokol pada *interface* Uu dan Iu dibagi menjadi dua sesuai fungsinya, yaitu bagian *control plane* dan *user plane* . Bagian *user plane* merupakan protokol yang mengimplementasikan layanan *Radio Access Bearer* (RAB), misalnya membawa data *user* melalui *Access Stratum*

(AS). Sedangkan *control plane* berfungsi mengontrol RAB dan koneksi antara *mobile user* dengan jaringan dari aspek : jenis layanan yang diminta, pengontrolan sumber daya transmisi, *handover*, mekanisme transfer *Non Access Stratum* (NAS) seperti *Mobility Management* (MM), *Connection Management* (CM), *Session Management* (SM).

2.4 Quality of Service

Quality of Service (QOS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik. QOS merupakan sebuah sistem arsitektur end to end dan bukan merupakan sebuah *feature* yang dimiliki oleh jaringan. Quality of Service suatu network merujuk ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi. Quality of Service digunakan untuk mengukur tingkat kualitas koneksi jaringan TCP/IP internet atau intranet [6]. Berikut ini beberapa parameter untuk analisis dalam pengujian dari suatu jaringan.

2.4.1 Delay

Delay didefinisikan sebagai selisih waktu pengiriman sebuah paket saat dikirimkan dengan saat paket tersebut diterima pada *node* tujuan. *Delay* disebut juga dengan istilah *latency* terdiri dari beberapa faktor penundaan yaitu *propagation delay* atau *transmission delay* yaitu penundaan akibat waktu tempuh paket selama dalam saluran transmisi yang *bandwidth* nya berbeda-beda, *queuing delay* yaitu waktu antrian paket sebelum dilewatkan pada saluran transmisi dan lainnya. Waktu tunda dinyatakan dalam satuan detik.

Tabel 2.1 merupakan parameter *delay* berdasarkan SLAC (Stanford Linear Accelerator Center). SLAC merupakan pusat penelitian Departemen Penelitian Energi Nasional yang dijalankan oleh Universitas Stanford. Salah satu yang diteliti adalah bidang telekomunikasi. Standar tersebut untuk nilai dari kecepatan mendapat jawaban. Dalam penelitian, dijelaskan batas minimal yang dapat ditoleransi yaitu ketika *delay* 4-5 s. Dalam tugas akhir ini menggunakan standar 2-4 s dalam analisis pembuatan grafik CDF selama lima hari dalam pengujian empat operator yang dilakukan dengan lokasi Jl. Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat. Parameter *delay* 2 - 4s termasuk dalam penggolongan *sporadically interactive regime* yaitu sedang dalam respon pengiriman data pada *software* untuk mengetahui karakteristik *delay*.

Tabel 2.1 Parameter *delay* berdasarkan SLAC [4]

Range <i>delay</i> (s)	Penggolongan	Keterangan
0-0.4	High Productivity Interactive response	Baik sekali, sangat interaktif
0.4-2	Fully Interactive regime	Baik, semua terlayani
2-12	Sporadically interactive regime	Sedang
>12	Break in contact regime	Buruk

2.5 Model OSI Layer

Model OSI layer dikembangkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO) pada tahun 1984 (ISO standard 7498-1). Dalam model referensi OSI, fungsi-fungsi protokol di bagi kedalam tujuh layer yaitu layer fisik, layer *datalink*, layer *network*, layer *transport*, layer *session*, layer presentasi, layer aplikasi. Setiap layer pada OSI layer adalah *self-contained* yaitu fungsi yang diberikan ke setiap layer dapat diimplementasikan secara *independent* dari layer yang lain. Fungsi masing-masing dari tiap layer pada OSI.

2.5.1 Layer Application

Layer aplikasi menyediakan jasa untuk aplikasi pengguna. User biasa berinteraksi melalui suatu program aplikasi (*software*). Mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan. Contoh protokol dalam lapisan ini adalah HTTP, FTP, SMTP dan NFS.

2.5.2 Layer Presentation

Layer presentasi bertanggung jawab bagaimana data dikonversi dan diformat untuk transfer data. Contoh konversi format text ASCII untuk dokumen, .GIF dan .JPG untuk gambar layer ini membentuk kode konversi, translasi data, enkripsi dan konversi. Berfungsi untuk mengemas data dari sisi aplikasi sehingga mudah untuk lapisan sesi sesi mengirimkannya atau sebaliknya. Contoh protokol layer presentasi adalah ASCII, JPEG, MPEG, Quick Time, MPEG, TIFF, PICT, MIDI, dan EBDIC.

2.5.3 Layer *Session*

Layer sesi berfungsi dalam mengontrol komunikasi antar aplikasi, membangun, memelihara dan mengakhiri sesi antar aplikasi. Selain itu, dilevel ini juga dilakukan resolusi nama. Penggunaan lapis sesi akan menyebabkan proses pertukaran data dilakukan secara bertahap tidak sekaligus. Contoh protocol adalah XWINDOWS, SQL, RPC, NETBEUI, Apple Talk Session Protocol (ASP) dan Digital Network Architecture Session Control Program (DNASCP)

2.5.4 Layer *Transport*

Pada layer ini berfungsi untuk transfer data yang handal, bertanggung jawab atas keutuhan data dalam melakukan hubungan pertukaran data antara kedua belah pihak (end to end). Contoh protokol dalam transport adalah TCP, UDP. Pada tugas akhir ini menggunakan TCP pada layer transport

2.5.5 Layer *Network*

Layer Network berfungsi meneruskan paket-paket dari satu node ke node yang lain dalam jaringan computer. Layer ini juga sebagai pengendalian operasi, menentukan route pengiriman paket dari sumber ke tujuannya yaitu dalam pengalamatan dan memilih jalan (routing). Contoh protokol adalah IP dan ICMP. Pada tugas akhir ini menggunakan protokol IP.

2.5.6 Layer *Datalink*

Layer datalink menyajikan format data untuk lapisan fisik atau dalam pembentukan frame. File data yang besar dipecah-pecah (fragmentasi) menjadi ukuran frame. Layer datalink juga mengusahakan kelancaran proses pengiriman data dari pengirim yang cepat ke penerima yang lambat. Contoh protokol yaitu PPP dan HDLC.

2.5.7 Layer *Fisik*

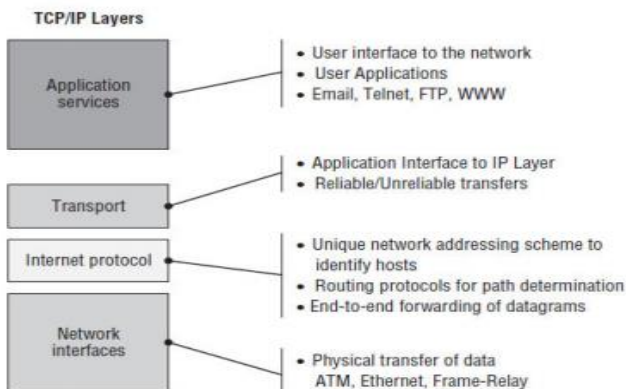
Pada layer fisik terdapat pertukaran data secara fisik. Layer fisik bertanggung jawab atas proses data menjadi bit dan mentransfernya melalui media (seperti kabel) dan menjaga koneksi fisik antar sistem. Diperlukan sinyal yang cocok untuk lewat di media transmisi tertentu. Ada tiga macam media yaitu kabel logam, kabel optic dan gelombang radio.

2.6 Model layer TCP/IP

TCP/IP sebuah *protocol* yang dikembangkan pada tahun 1969 oleh DARPA (*defence Advanced Research Project Agency*) yang mendanai riset dan pembuatan paket *switching* eksperimental yang diberi nama ARPANET. *Protocol* ini paling populer dan paling banyak digunakan saat ini, alasanya adalah [6] :

- TCP/IP menggunakan skema pengalamatan fleksibel yang dapat sekali diroute, bahkan untuk network yang paling besar.
- Hampir semua *system operating* dan *platform* dapat menggunakan TCP/IP.
- Sejumlah besar utilitas dan *tool* dapat dipergunakan, sebagiannya digabungkan dengan rangkain protocol dan sebagian ditambahkan dalam program untuk memonitoring dan mengatur TCP/IP.
- TCP/IP merupakan protocol untuk internet global. Sistem harus menjalankan TCP/IP untuk berhubungan dengan internet.
- Kebanyakan *network* tingkat interprise menjalankan TCP/IP, dan yang penting bahwa administrator *network* akrab dengan protokolnya.

Model *protocol* TCP/IP dirancang kedalam empat lapisan teknologi. Seperti dalam gambar 2.2.



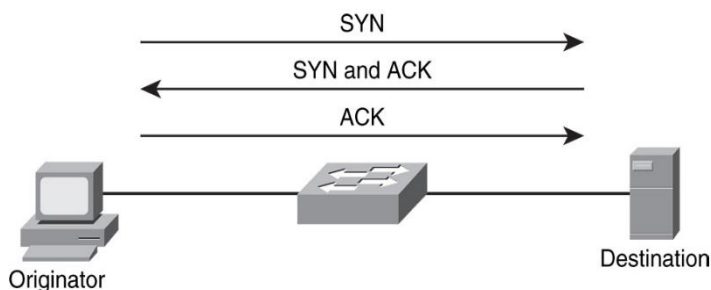
Gambar 2.2 Pemodelan Layer TCP/IP [6]

Application Layer adalah lapisan yang berhadapan langsung dengan pengguna/user yang berfungsi untuk menangani *high-level protocol*, masalah representasi data, proses *encoding* dan dialog *control*

yang memungkinkan terjadinya komunikasi antar aplikasi jaringan. *Transport layer* menyediakan layanan pengiriman dari sumber data menuju ke tujuan dengan cara membuat *logical connection* antara keduanya. Layer ini bertugas untuk memecah data dan membangun kembali data yang diterima dari *application layer* ke dalam aliran data yang sama antara sumber dan pengirim data. *Transport layer* juga menangani masalah *reliability*, *flow control* dan *error correction*. Layer ini terdiri dari dua protocol yaitu TCP dan UDP.

a. *Transmission Control Protocol (TCP)*

TCP dikenal sebagai *protocol connection oriented*, artinya, protocol yang membutuhkan koneksi terlebih dahulu untuk menghantarkan pesan sampai terjadi proses petukaran antar program aplikasi. Pada proses pertukaran data yang menggunakan TCP, suatu sesi harus ditetapkan sebelum server dapat melakukan pertukaran data dan server penerima mengirimkan pesan acknowledgment (ACK) dalam periode tertentu. Bila pengirim tidak menerima ACK, maka data akan ditransmisikan ulang [5]. Berikut gambar ilustrasi *three way handshake*.



Gambar 2.3 TCP three way handshake

b. *User Datagram Protocol (UDP)*

UDP adalah *protocol* yang bersifat *connectionless-oriented*, dan bersifat kebalikan dari TCP. UDP merujuk kepada paket data yang tidak menyediakan keterangan mengenai alamat asalnya saat paket data tersebut diterima. Protokol UDP ini cukup sederhana sehingga untuk tujuan tertentu, bisa membantu penyelesaian tumpukan protokol TCP/IP. *Checksum* data UDP bersifat opsional, dan dengan ini UDP menyediakan suatu cara untuk mempertukarkan data pada tanpa perlu membutuhkan waktu pemrosesan yang lama dan sumber daya jaringan

yang besar. Pada tugas akhir ini menggunakan protocol TCP dikarenakan sifat dari TCP yaitu connection oriented dan adanya pengiriman ulang data yang hilang. Berikut ini table perbedaan antara TCP dan UDP.

Tabel 2.2 Perbedaan TCP dan UDP

TCP	UDP
Reliable	Unreliable, cepat dan Low Overhead
Connection Oriented	Connectionless
Acknowledge	Tanpa Acknowledgment
Mengirim ulang data yang hilang	Tidak ada pengiriman ulang

Internet Protocol Layer memiliki tugas utama memilih jalur terbaik yang akan dilewati oleh paket data dalam sebuah jaringan. Selain itu, layer ini juga bertugas melakukan *packet switching* untuk mendukung tugas utama.

2.7 XAMPP

XAMPP adalah perangkat lunak yang mendukung banyak sistem operasi, dan merupakan kompilasi dari beberapa program. Fungsinya adalah sebagai *server* yang berdiri sendiri (*localhost*). Nama XAMPP sendiri merupakan singkatan dari X (empat sistem operasi apapun), Apache, MySQL, PHP dan Perl. Dengan menginstall XAMPP bisa konfigurasi web *server* Apache, PHP dan MySQL. XAMPP akan menginstalasi dan mengkonfigurasikannya secara otomatis.

Dalam satu paket XAMPP tersedia :

1. Apache Cgi-Bin
2. FTP
3. Mercury Mail (SMTP)
4. PHP
5. MySql
6. Perl
7. PHP Myadmin
8. Webalizer

2.7.1 MySQL

SQL merupakan kepanjangan dari *Structured Query Language* yang artinya bahasa terstruktur yang digunakan untuk mengolah *database*. MySQL merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat *open source*.

MySQL digunakan untuk membuat dan mengelola *database* beserta isinya, seperti menambahkan, mengubah, dan menghapus data. MySQL juga bersifat relational, artinya data-data yang dikelola akan diletakkan pada beberapa tabel terpisah, sehingga proses manipulasi data akan menjadi lebih cepat.

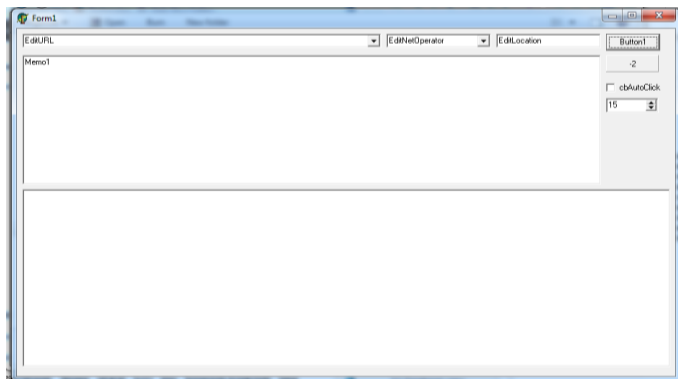
2.7.2 PHPMyAdmin

Salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola *database* dalam MySQL adalah PHP MyAdmin. Dengan PHP MyAdmin kita dapat dengan mudah membuat tabel, mengisi data, dan banyak lagi hal lainnya tanpa harus hafal perintahnya, namun cukup dengan mengisi tabel-tabel yang telah tersedia.

2.8 Delphi Borland

Delphi adalah suatu bahasa pemrograman (*development language*) yang digunakan untuk merancang suatu aplikasi program. Delphi termasuk dalam pemrograman Bahasa tinggi yaitu perintah-perintah programnya menggunakan Bahasa yang mudah dipahami oleh manusia. Bahasa pemrograman Delphi disebut bahasa *procedural* artinya mengikuti urutan tertentu. Dalam membuat aplikasi perintah-perintah, Delphi menggunakan lingkungan pemrograman visual.

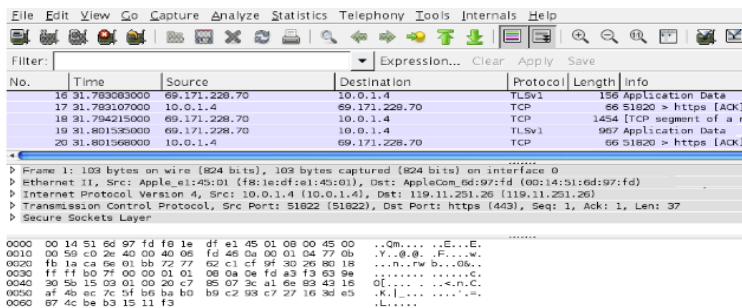
Delphi merupakan generasi penerus dari Turbo Pascal. Pemrograman Delphi dirancang untuk beroperasi dibawah sistem operasi windows. Program ini mempunyai beberapa keunggulan yaitu produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan compiler, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan Bahasa pemrograman yang terstruktur dalam struktur Bahasa pemrograman *Object Pascal*. Pada gambar 2.4 adalah tampilan software untuk pengujian. Hal yang harus dilakukan adalah memilih server mana yang dipakai. Kemudian mengisi operator apa yang dipakai dalam pengukuran. Mengisi pada lokasi mana melakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan pada tiga lokasi di Surabaya yaitu Jl.Pemuda, Terminal Bungurasih dan Jl. Basuki Rakhmat.



Gambar 2.4 Tampilan Software

2.9 Wireshark

Wireshark merupakan salah satu *network analysis tool* atau disebut juga dengan *protocol analysis tool* atau *packet sniffer*. *Wireshark* dapat digunakan untuk troubleshooting jaringan, analisis, pengembangan *software* dan *protocol* serta keperluan edukasi. *Wireshark* memungkinkan pengguna mengamati data dari jaringan yang sedang beroperasi dan mensortir data yang tertangkap. Salah satu fitur dari *wireshark* adalah penggunaan warna. Untuk jenis-jenis paket yang berbeda paket-paket di *wireshark* diberi highlight warna hijau, biru dan hitam. Secara default, hijau adalah warna yang digunakan untuk trafik TCP, biru muda adalah warna yang digunakan untuk trafik UDP dan hitam menunjukkan paket TCP yang bermasalah. Untuk membuka filenya buka menu utama dan browse file yang digunakan[8].



Gambar 2.5 GUI dari *wireshark*

2.10 CDF (Cumulative Distribution Function)

CDF adalah fungsi yang menjumlahkan nilai kemungkinan sampai suatu kejadian tertentu bisa dituliskan dengan $p(X \leq x_i)$. Atau penjumlahan dari tiap-tiap kejadian tersebut.

Bila $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, maka fungsi kepadatan kumulatif untuk $X=x$ dituliskan dengan

$$p(X \leq x_k) = p(x_1) + p(x_2) + \dots + p(x_k) \quad (2.1)$$

$$\text{atau} \\ p(X \leq x_k) = \sum_{i=1}^k p(x_i) \quad (2.2)$$

Pada tugas akhir ini, grafik karakteristik delay akan ditampilkan dalam bentuk grafik CDF. Cara mendapatkan grafik CDF adalah membuat range data delay yaitu dari range 500ms sampai maksimal delay yang ada. Masing-masing operator mempunyai maksimal delay yang berbeda. Rentang delay yang di buat 500ms. Kemudian mengelompokkan jumlah data nilai delay setiap operator rentang ke-n sampai pada batas maksimal delay pada masing-masing operator.

Untuk mencari nilai CDF, sebelumnya menghitung nilai PDF yaitu jumlah data saat itu dibagi dengan jumlah data semua yang ada dikali 100 persen. Setelah mencari PDF, rumus mencari nilai CDF ke-n yaitu pada persamaan 2.3

$$CDF(n) = CDF(n-1) + PDF(n) \quad (2.3)$$

Untuk mencari nilai CDF ke-n yaitu CDF saat (n-1) + PDF ke-n. Misalnya mencari CDF dengan n=3 yaitu $CDF(3) = CDF(3-1) + PDF(3)$.

BAB III METODE PENGUJIAN

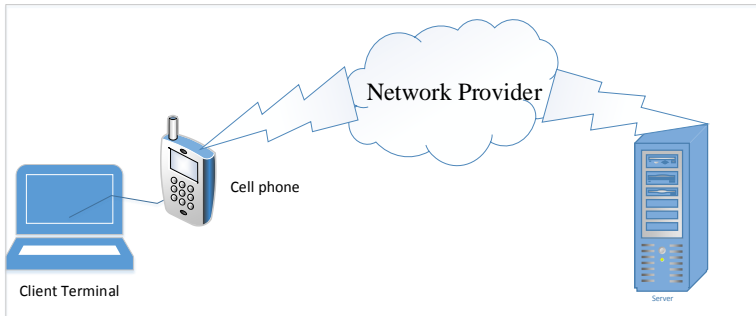
Bab III menjelaskan mengenai metode pengujian sistem, seperti langkah-langkah pembuatan software untuk pengujian sebagai acuan awal sebelum dilakukan pengujian di berbagai tempat di Surabaya. Setelah perancangan sistem selesai, selanjutnya melakukan pemilihan lokasi pengujian supaya menghasilkan hasil pengujian sesuai yang diharapkan.

3.1 Pemilihan Lokasi Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian, perlu adanya pemilihan lokasi pengukuran agar didapatkan hasil pengukuran sesuai yang diharapkan. Jumlah populasi penduduk kota Surabaya sekitar 3 juta pada tahun 2011 menurut Gerbang Kerta Susilo (GKS) *Scope*. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada tiga lokasi yaitu Jl. Pemuda, Jl. Basuki Rakhmat dan Terminal Purabaya. Pemilihan lokasi tersebut dikarenakan jumlah pengunjung cukup tinggi dan pengguna seluler yang padat. Dengan pemilihan tempat tersebut, diharapkan dapat diperoleh data pengukuran jaringan *wireless* untuk kondisi antrian akses medium yang cukup tinggi.

3.2 Desain Sistem Pengujian

Desain sistem pengujian terlihat dalam gambar 3.1. Dalam pengujian masing-masing laptop terhubung ke modem dan *teathering* ke *handphone*. Kemudian terhubung ke network provider melewati node B. node B dan RNC termasuk dalam UTRAN. Setiap node B dikonfigurasi dengan banyak sector. Node B biasanya mendukung teknologi multi-carier. Via konfigurasi software, setiap sector dapat mendukung banyak carriers Dari node B menuju ke menuju RNC. Dari RNC menuju ke core network yaitu Serving GPRS Support Nodes (SGSN) dan Gateway GPRS Support Nodes (GGSN). Didalam core network SGSN menentukan sebuah terobosan dari GGSN yang menggunakan GPRS *tunneling protocol*. Data sebagai paket IP dalam GGSN dan akhirnya mencapai web server di internet eksternal.



Gambar 3.1 Desain pengujian

Tabel 3.1 menyatakan parameter masukan dari desain sistem dalam pengujian. Parameter masukan dalam sistem adalah dari lokasi pengukuran, server IP, perangkat apa saja yang dipakai dan operator seluler yang dipakai. Penjelasan parameter masukan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Parameter Masukan sistem

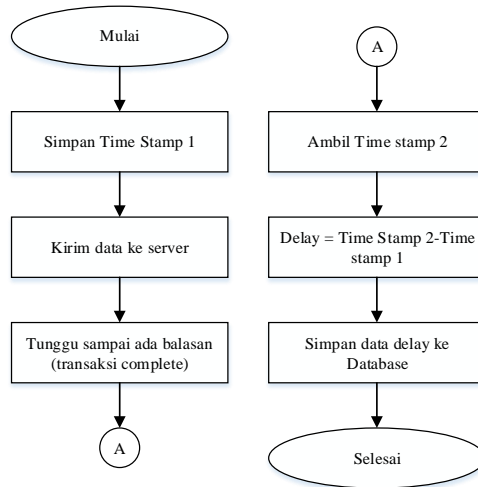
No	Parameter	Keterangan
1.	Lokasi	Lokasi dalam melakukan pengukuran di Jl. Pemuda, Terminal Purabaya, dan Jl. Basuki Rakhmat
2.	Server IP	Alamat IP dari server pengukuran
3.	Perangkat	Merk serta tipe perangkat
4.	Operator Seluler	Menggunakan empat operator seluler

Parameter keluaran sistem adalah *delay*. *Delay* adalah selisih waktu pengiriman sebuah paket saat dikirimkan dengan saat paket tersebut diterima pada *node* tujuan. Pada tugas akhir, *delay* didapat dari selisih time stamp kedua di kurangi dengan time stamp pertama. *Delay* disebut juga dengan istilah *latency* terdiri dari beberapa faktor penundaan yaitu *propagation delay* atau *transmission delay*.

3.3 Software Pengujian

Pada pengerjaan tugas akhir ini dirancang suatu *software* untuk melakukan pengujian kinerja dari jaringan untuk penunjang terbentuknya

Intelligent Transportation System (ITS) di Surabaya. Pada software ini ini menggunakan *Indy-Client* dan *Borland Delphi*. Gambar 3.1 menjelaskan cara kerja *software* dalam pengujian.

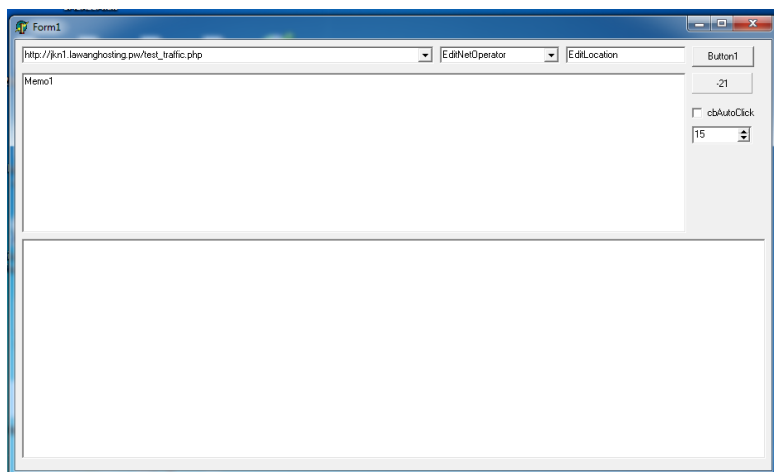


Gambar 3.2 Flowchart cara kerja *software*

1. Catat time-stamp computer sebagai Tawal sebelum pengiriman paket data TCP/IP
2. Kirim paket data ke server dengan menggunakan protocol yang telah ditetapkan.
3. Tunggu sampai transaksi dengan server selesai.
4. Catat *time-stamp computer* sebagai Tselesai.
5. Hitung selisih waktu antara Tselesai dengan Tawal.
6. Simpan hasil yang telah didapat kedalam database
7. Tunggu selama beberapa detik.
8. Ulangi lagi ke langkah poin a

Time stamp diambil dari *counter* internal yang terdapat pada suatu perangkat computer. *Counter time-stamp* tersebut memiliki resolusi sebesar 1 mili detik sehingga dapat dipergunakan sebagai pengganti stop-watch untuk pengujian *delay*. Tawal diambil sesat sebelum paket data dikirimkan dari *computer* ke server yang ada pada *data-center*. Suatu proses transaksi yang menggunakan *protocol* HTTP akan memerlukan

beberapa kali pengiriman paket data untuk memastikan bahwa paket data telah terkirim ke server dengan sempurna. Tselesai diambil dari computer ketika proses transaksi paket berbasis HTTP telah selesai. Dari proses pengambilan data timer tersebut, *delay* dari waktu transaksi didapatkan dari selisih waktu antara waktu Tselesai dengan Tawal. Waktu istirahat selama beberapa detik dipergunakan untuk mencegah terjadinya banjir paket yang ditujukan ke server. Dengan *delay* beberapa detik masih bisa menghasilkan data pengujian sebanyak 3-4 sample per menitnya.



Gambar 3.3 Tampilan software Nettest

Pada gambar 3.3 menunjukkan tampilan software nettest. Cara menjalankan software ini adalah yang pertama adalah memilih server mana yang akan di tuju pada laptop. Pada pengujian ini menggunakan server http://jkn1.lawanghosting.pw/test_traffic.php. Kemudian cantumkan operator apa yang di pakai dalam pengujian beserta tempat pengujian. Setelah itu, centang untuk memulai pengujian. Tunggu sampai terlihat hasil dari pengujian berupa tanggal, waktu, IP Server, IP operator, operator apa yang sedang di uji, tempat pengujian dan kecepatan penyampaian paket (*delay*).

3.4 Perencanaan Perangkat Pendukung

Sebelum melakukan pengujian dibutuhkan perangkat lunak dan perangkat keras sebagai penunjang. Perangkat ini dipersiapkan untuk

mengintegrasikan sebuah sistem agar dapat menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan.

3.4.1 Kebutuhan Perangkat Lunak

- Sistem operasi windows 7 Profesional dan sistem operasi windows XP Professional. digunakan untuk menjalankan software untuk pengujian.
- Indy-Client dan Borland Delphi untuk membuat software pengujian
- XAMPP untuk membuat dan mengelola *database* beserta isinya, seperti menambahkan, mengubah, dan menghapus data yang kita dapatkan dalam pengujian. Berikut ini sql yang digunakan untuk mengolah data yang kita dapat.

Tabel 3.2 sql untuk data

No	SQL	Fungsi
1	UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `date` = SUBSTRING(ClTTimeStamp, 1, 8) WHERE `SvrTSTamp`='2016-03-30 19:40:54'	Untuk pemisahan tanggal
2	UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `time` = SUBSTRING(ClTTimeStamp, -6) WHERE `SvrTSTamp`='2016-03-30 20:51:57'	Untuk pemisahan waktu
3.	UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `grup` = '6' WHERE `time` LIKE '06:%'	Untuk mengelompokkan grup jam
4.	UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `grupdTicK` = '7001-7500' WHERE `dTicK` <= '7500'	Untuk pengelompokkan rentang <i>delay</i>
5.	SELECT `date`,`NetOperator`,`grup`, Count(`grupdTicK`),`grupdTicK` FROM `nettest` group by `date`,`NetOperator`,`grup`, `grupdTicK`	Untuk menampilkan jumlah grup <i>delay</i> dengan urutan tanggal, operator, grup

- Wireshark untuk analisa jaringan digunakan untuk melakukan troubleshooting jaringan, analisa jaringan, pengembangan *software*, dan *communication protocol*. Pada Tugas Akhir kali ini penggunaan

wireshark digunakan untuk melakukan *capture* terhadap grafik yang terjadi pada jaringan.

- Microsoft excel untuk pengolahan data menjadi grafik CDF.

3.4.2 Kebutuhan Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk pengujian sistem tugas akhir ini menggunakan 2 *Laptop* , 2 Modem, dan 2 *Handphone*. Spesifikasi dari perangkat yang digunakan sebagai berikut.

- Laptop merk HP ProBook 4420s
Spesifikasi :
 1. Processor: Intel Core i3 350M / 2.26 GHz
 2. Memory : 8 GB DDR3 SDRAM
 3. Storage : Serial ATA-300
 4. Network : Bluetooth 2.1, Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
- Laptop merk Lenovo s410p
Spesifikasi :
 1. Processor : Intel Core i5-4200U
 2. Memory : 4 GB DDR3
 3. Storage :
 4. Network : HDMI, USB2.0, USB3.0 , Bluetooth , IEEE 802.11b/g/n.
- Modem Hilink Flash
Spesifikasi :
 1. HSPA/HSDPA/WCDMA
 2. 2100MHz
 3. GSM/GPRS/EDGE: 900/1800/1900/850MHz
 4. USB Stick Micro-SD card slot (up to 32G),
 5. OS: Windows XP, Vista, Windows 7, Mac OS is default, Linux driver support
- Modem Huawei E173
Spesifikasi:

1. HSPA/HSDPA/UMTS 2100 MHz atau 2100/900MHz atau 2100/1900/850 MHz dan EDGE/GPRS/GSM 1900/1800/900/850 MHz
 2. HSDPA data service of up to 7.2 Mbit/s
 3. Plug and Play (PnP)
 4. Micro Secure Digital Memory (Micro SD) Card
 5. Windows 7/Windows 2000/XP/Vista, Mac OS
- *Handphone* HTC Rhyme
Spesifikasi :
 1. Network : GSM/HSPA (HSDPA 850 / 900 / 2100)
S-LCD capacitive touchscreen, 16M colors
 2. Display : Android OS, v2.3.4 (Gingerbread), upgradable
 3. Platform : to v4.0 (Ice Cream Sandwich) microSD, up to 32 GB
(dedicated slot), 8 GB
 4. Memory : included
 - *Handphone* LG Optimus L7 II Dual P715
Spesifikasi :
 1. Network : GSM/HSPA (HSDPA 900 / 1900 / 2100 - P715,
HSDPA 850 / 1900 / 2100 - P716)
 2. Display : IPS LCD capacitive touchscreen, 16M colors
 3. Platform : Android OS, v4.1.2 (Jelly Bean)
 4. Memory : microSD, up to 32 GB (dedicated slot)

3.5 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan pada jaringan 3G dengan lokasi Jl.Pemuda, Jl.Basuki Rakhmat, dan Terminal Purabaya. Pemilihan ketiga lokasi ini karena lokasi yang dekat dengan jalan raya dan mempunyai trafik yang cukup padat. Pengujian jaringan 3G menggunakan empat operator. Pengujian menggunakan dua buah *laptop*, dua buah *handphone* dan dua buah modem. Terdapat masing-masing operator seluler pada masing-masing *handphone* dan modem. Langkah pertama yang di atur adalah mengaktifkan *teathering* pada *handphone* dan mengoneksikan modem ke *laptop*. *Handphone* dan modem harus diaktifkan paket datanya. Kemudian megatur parameter apa saja yang ada pada software yaitu

memasukkan server mana yang dituju, memasukkan operator yang dipakai dan tempat mana saja dalam pengujian.



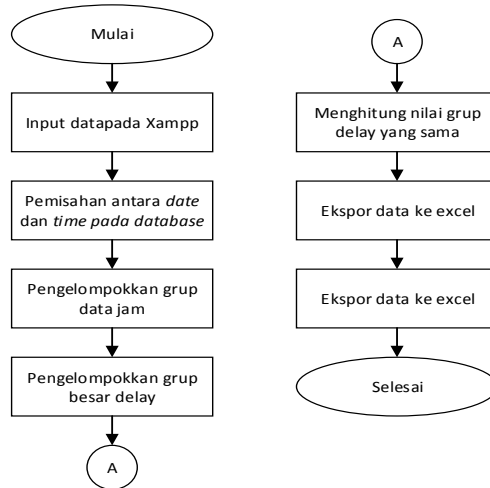
Gambar 3.4 Flowchart Skenario Pengujian

Pada gambar 3.4 menunjukkan flowchart saat pengujian. Setelah aplikasi dijalankan terdapat parameter keluaran yang di uji yaitu parameter *delay*. Parameter keluaran didapatkan dari selisih waktu kedatangan dan waktu kirim. Kemudian untuk metode dalam pengujian adalah dengan melakukan pengambilan data dengan menggunakan *software* yang telah dibuat dengan megirim HTTP ke server yang dituju. Dari hasil pengambilan data, bisa dibuat grafik CDF.

3.6 Skenario Pengolahan Data

Setelah melakukan pengujian, didapatkan data hasil *delay* yang selanjutnya data tersebut akan diolah menjadi grafik. Data ditampilkan ke dalam grafik untuk mengetahui kondisi jaringan di semua lokasi yang akan menjadi pertimbangan untuk *Intelligent Transport System* di

Surabaya khususnya dalam sistem e-ticketing pada angkutan massal. Pengukuran dilakukan di tiga lokasi yaitu Jl.Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat. Pada gambar 3.5 merupakan flowchart pengolahan data hasil pengukuran yang berupa *delay*.



Gambar 3.5 Flowchart pengolahan data hasil pengukuran

Langkah pertama memasukkan semua data ke dalam *database localhost* yang ada di xampp. Hal ini dilakukan karena hasil nilai *delay* selama pengujian mempunyai format Bahasa pemrograman PHP. Proses dalam memasukkan data bisa dengan *copy-paste* pada SQL, lalu pilih kirim. Data akan masuk ke *database*. Pada gambar 3.6 tampilan *database* saat semua data dimasukkan dalam *database localhost*. Databasenya terdiri dari ID untuk membedakan data satu dengan yang lainnya dan mengurutkan banyak data, kolom *date* digunakan untuk kolom tanggal, kolom *time* untuk waktu saat pengukuran, kolom *grup* untuk pengelompokkan waktu, kolom *URL* untuk nama server yang dituju, kolom *NetOperator* untuk nama operator yang dipakai saat pengujian, kolom *location* untuk nama lokasi pada saat pengujian, kolom *Responsetext* untuk daftar IP *source* dan *destination*. Kolom *dTick* digunakan untuk berapa besarnya *delay* yang didapat saat pengujian, kolom *grupdTick* untuk pengelompokkan range *delay* yang akan

[illegible]

	Field	Jenis	Penyortiran	Atribut	Kosong	Default	Ekstra				Aksi
<input type="checkbox"/>	ID	int(11)			Tidak		auto_increment				
<input type="checkbox"/>	CHTimeStamp	char(25)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	date	date			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	time	time			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	grup	int(5)			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	URL	char(50)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	NetOperator	char(20)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	Location	char(25)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	ResponseText	char(50)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	ResponseLines	int(11)			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	StartTick	int(11)			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	ResponseTick	int(11)			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	ctTick	int(11)			Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	grupTick	varchar(20)	latin1_swedish_ci		Ya	NULL					
<input type="checkbox"/>	SwTsTemp	timestamp		on update CURRENT_TIMESTAMP	Tidak	CURRENT_TIMESTAMP	on update CURRENT_TIMESTAMP				

Pada gambar 3.7 merupakan field dalam database untuk mengolah data. *Field* yang ada dalam database adalah field *ID*, *ClientTimeStamp*, *URL*, *NetOperator*, *Location*, *ResponseTime*, *ResponseLines*, *StartTick*, *ResponseTick*, *dTick*, dan *SvrTSTam*. Selanjutnya ditambahkan *field date*, *time*, *grup*, dan *grupdTick*. *Field date* digunakan untuk mengelompokkan tanggal. Sedangkan *field time* digunakan untuk mengelompokkan waktu. *Field grup* dan *grupdTick* digunakan untuk mengelompokkan jam dan *grup delay*.

```
UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `time` = SUBSTRING(
  CltTimeStamp, -6 ) WHERE `SvrTSTamp`='2016-03-30 20:32:47'
```

```
UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `date` = SUBSTRING(  
CltTimeStamp, 1, 8 ) WHERE `SvrTSTamp`='2016-03-30 20:32:47'
```

Selanjutnya membuat kolom baru setelah field CltTimeStamp, dengan nama grup. Pengelompokkan waktu misalnya jam 11.53-11.59 termasuk pengelompokkan jam 11, dan begitu seterusnya. Pengelompokkan grup waktu ini menggunakan code yaitu

```
UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `grup` = '10' WHERE  
`time` LIKE '10:%'
```

Dari *code* yang ditampilkan menunjukkan bahwa fungsi % yang ditulis di ... '10:%' adalah untuk memasukkan jam yang mempunyai nilai depan 10: hasilnya akan disimpan pada kolom grup. Tahap selanjutnya adalah pengelompokkan besar nilai *delay*. *Code* yang digunakan untuk pengelompokkan nilai *delay* yaitu:

```
UPDATE `2015phd_research`.`nettest` SET `grupdTic` = '7001-  
7500' WHERE `dTic` <= '7500'
```

Dalam memasukkan *code* tersebut sebelumnya membuat kolom baru setelah dTick yaitu grupdTic. Hasil dari memasukkan *code* tersebut adalah untuk membuat range *delay*. Misalnya membuat nilai *delay* 7001-7500 dengan cara memfilter nilai kurang dari 7500. Setelah itu, menghitung nilai yang mempunyai kelompok *delay* yang sama. *Code* yang digunakan yaitu:

```
SELECT `date`,`NetOperator`,`grup`, Count(`grupdTic`),  
`grupdTic` FROM `nettest` group by `date`,`NetOperator`,`grup`,  
`grupdTic`
```

Selanjutnya mengatur tabel hasil pengukuran dalam .xls dengan cara mengeksport hasil pengukuran. Untuk membuat grafik agar mudah dianalisis, pengolahan data di *Microsoft excel*.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV

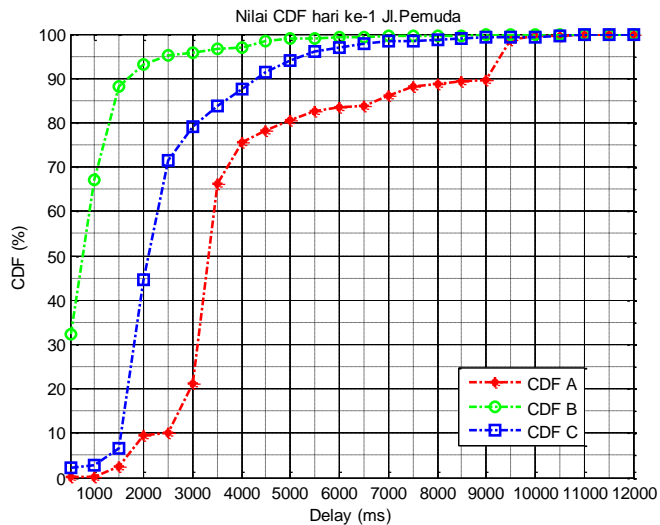
HASIL DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini dijelaskan tentang hasil pengujian dari *software* yang telah dibuat dan kemudian dianalisa. Hasil dari pengujian adalah tampilan *delay* dalam mode *Cumulative Density Function* (CDF). Untuk mencari CDF, terlebih dahulu mencari *Probability Density Function* (PDF). PDF adalah kemungkinan munculnya suatu nilai dalam range tertentu. CDF adalah hasil penjumlahan data PDF. Pengolahan data perlu dilakukan untuk memvisualisasikan data yang didapatkan dari *software* yang dibuat. Dengan begitu, pengamatan kinerja dari suatu internet service provider lebih mudah dilakukan dan lebih mudah untuk dianalisa. Data yang diperoleh disimpan terlebih dahulu ke database MySQL kemudian diolah menggunakan Microsoft excel dan ditampilkan ke bentuk CDF dengan grafik garis. Pengujian dilakukan pada empat operator jaringan seluler dengan lima hari pengukuran agar didapatkan hasil yang valid. Tempat melakukan pengujian terdapat tiga tempat yaitu Terminal Purabaya, Jl. Pemuda dan Jl. Basuki. Selanjutnya akan dijabarkan hasil pengujian pada masing-masing tempat pengukuran.

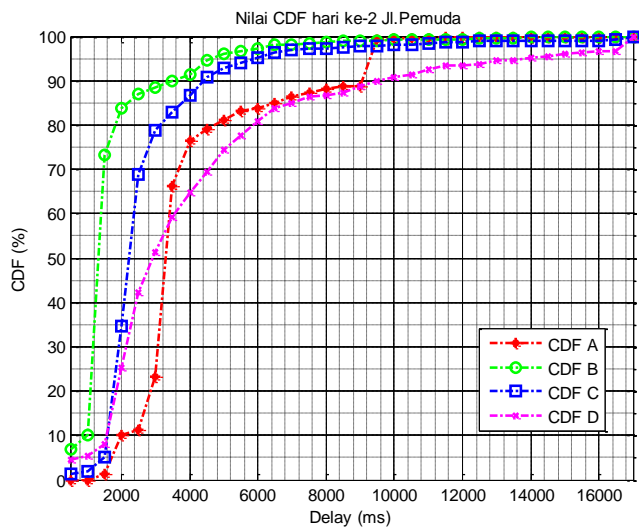
4.1 Hasil Pengujian Lokasi Jl. Pemuda

Pengujian dilakukan di Jl. Pemuda pada tanggal 20 – 24 Januari 2016. Hasil Pengujian ditampilkan ke bentuk CDF. Pada gambar 4.1 grafik CDF hari ke-1 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Total data yang didapatkan saat pengujian sebanyak 5095 data. Namun, selama pengujian operator D tidak mendapat balasan dari server sehingga tidak ada data operator D pada hari ke-1.

Dari hasil gambar 4.1 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai *delay* kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 10 %. Nilai *delay* kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 94 %, operator C mempunyai CDF 45 %. Dari ketiga operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 94 %. *Delay* 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. *Delay* 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).

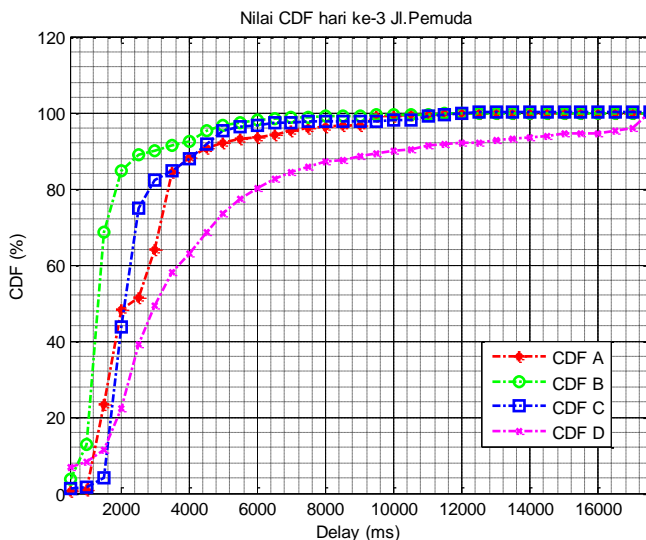


Gambar 4.1 Grafik CDF hari ke-1 Jl. Pemuda



Gambar 4.2 Grafik CDF hari ke-2 Jl. Pemuda

Pada gambar 4.2 yang menyatakan grafik CDF pengukuran *delay* 3G s/d >10000 ms hari ke-2. Grafik terdiri dari empat operator dengan sampel data yang dipergunakan 4699 sampel. Dari hasil gambar 4.2 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai *delay* kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 10 %. Nilai *delay* kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 84 %, operator C mempunyai CDF 35 %, operator D sebanyak 25 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 84 %. *Delay* 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. *Delay* 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).

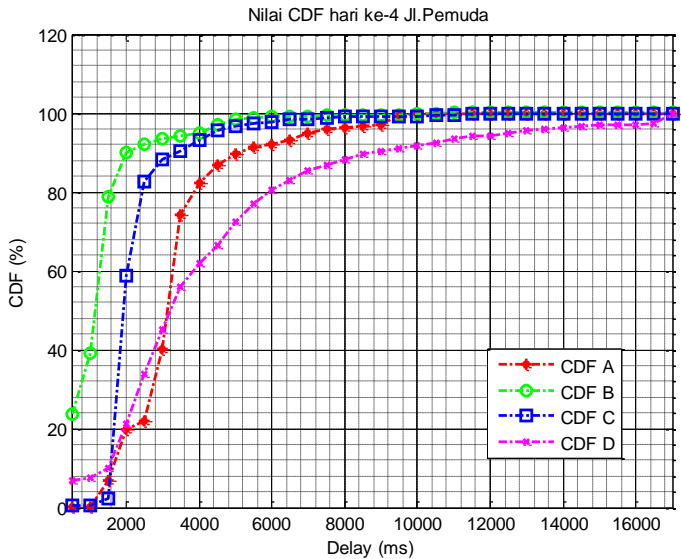


Gambar 4.3 Grafik CDF hari ke-3 Jl. Pemuda

Grafik pada gambar 4.3 merupakan grafik CDF empat operator dengan sampel data yang dipergunakan 5288 sampel. Dari hasil pengukuran CDF pada gambar 4.3 di dapatkan hasil hari ke-1 saat nilai *delay* kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 48 %. Nilai *delay* kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 84 %, operator

C mempunyai CDF 44 %, operator D sebanyak 23 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 84 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*). (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).

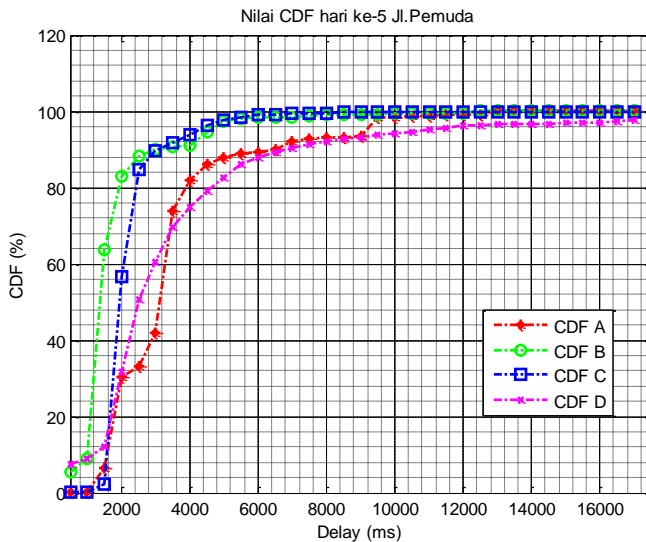
Pada gambar 4.4 grafik CDF hari ke-4 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 6284 sampel data. Gambar 4.4 menunjukkan grafik CDF empat operator yang di uji yaitu operator A, B, C dan D. Rentang maksimum delay antar operator berbeda-beda yaitu pada operator A mempunyai nilai delay kurang dari 10.500 ms, operator B nilai delay kurang dari 10.500 ms, operator C mempunyai nilai delay kurang dari 11.000 ms dan operator D sebanyak 17.000 ms.



Gambar 4.4 Grafik CDF hari ke-4 Jl. Pemuda

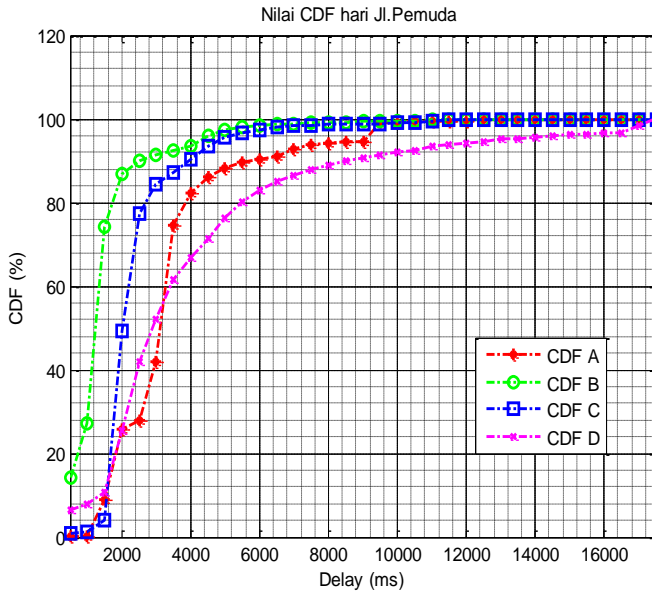
Dari hasil gambar 4.4 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 20 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 90 %, operator C mempunyai CDF 60 %, operator D mempunyai CDF 20 %. Dari

keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 90 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).



Gambar 4.5 Grafik CDF hari ke-5 Jl. Pemuda

Pada grafik CDF hari ke-5 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 6.774 sampel data. Dari hasil gambar 4.5 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 30 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 84 %, operator C mempunyai CDF 56 %, operator D mempunyai CDF 32 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 84 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).



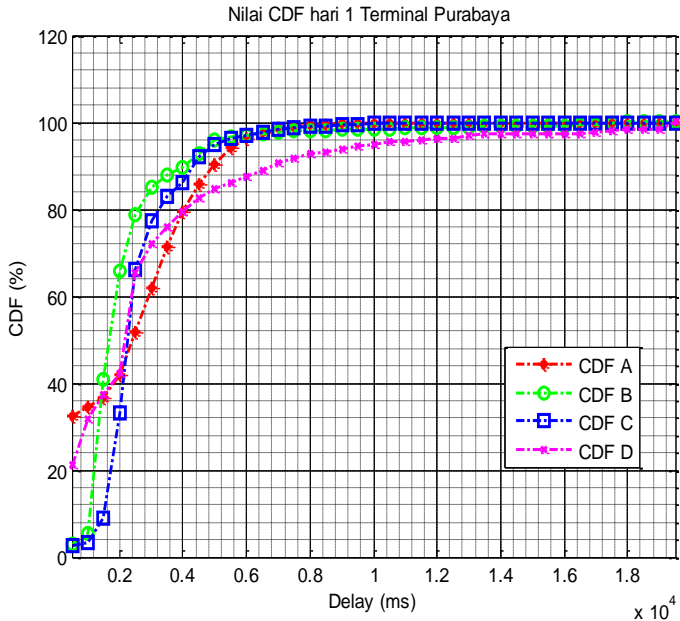
Gambar 4.6 Grafik CDF Lokasi Jl.Pemuda

Pada gambar 4.6 merupakan grafik CDF selama lima hari pengujian untuk lokasi Jl. Pemuda. Grafik didapatkan dari rata-rata Total data yang didapatkan sebanyak 28.080 data. Pada grafik CDF lokasi Jl.Pemuda dilakukan pengujian terhadap empat operator yaitu operator A, operator B, operator C dan operator D.

Dari hasil gambar 4.6 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 25 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 84 %, operator C mempunyai CDF 50 %, operator D mempunyai CDF 24 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 84 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contactless (CSC).

4.2 Hasil Pengujian di Lokasi Terminal Purabaya

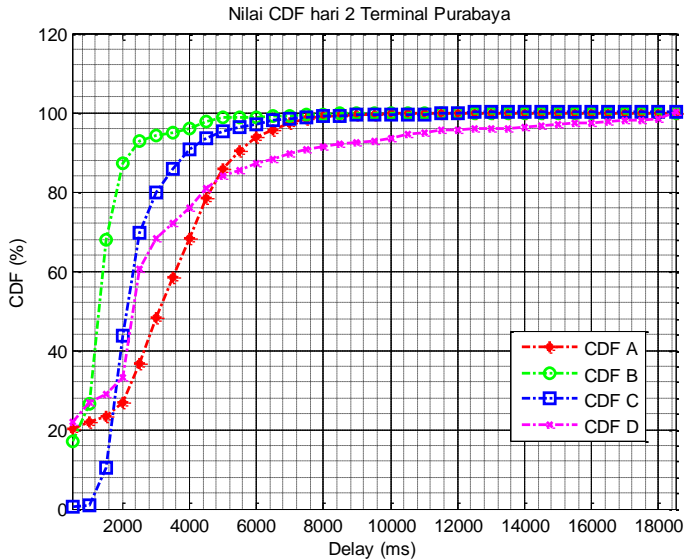
Pada grafik CDF hari ke-1 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 8.404 sampel data. Sampel data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik CDF hari ke-1 Terminal Purabaya

Pada gambar 4.7 merupakan grafik CDF selama lima hari pengujian untuk lokasi Terminal Purabaya. Pada gambar 4. Dari hasil gambar 4.7 hasil pengukuran CDF hari ke-1, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 42 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 66 %, operator C mempunyai CDF 32 %, operator D mempunyai CDF 42 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 66 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi

standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contactless (CSC).

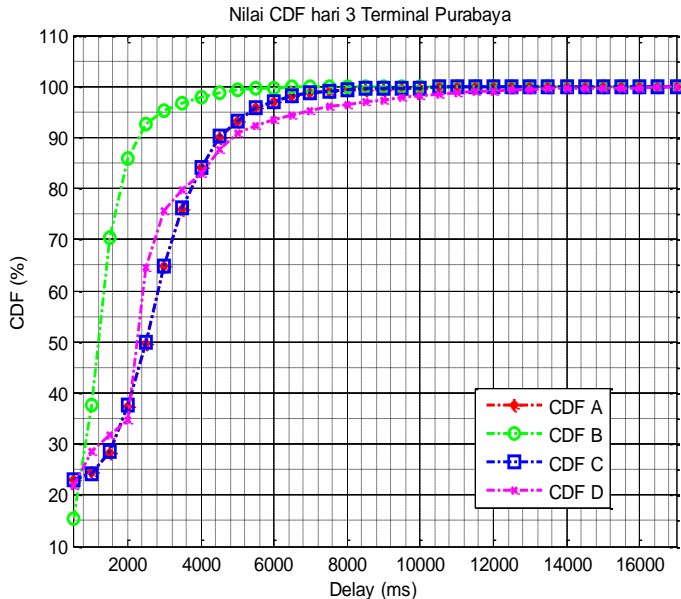


Gambar 4.8 Grafik CDF ke-2 Terminal Purabaya

Pada grafik CDF hari ke-2 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 11.577 sampel data. Sampel data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.8. nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator A sebanyak 68 %, operator B sebanyak 88 %, operator C sebanyak 44 %, operator D sebanyak 32 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms sesuai parameter SLAC dengan keterangan sedang hampir terlayani sesuai permintaan client. Nilai delay 4000 ms menjadi acuan dalam sistem *e-ticketing* dari Singapore (*Ez-Link*). Saat nilai delay kurang dari 4000 ms, operator B mempunyai CDF 88 %.

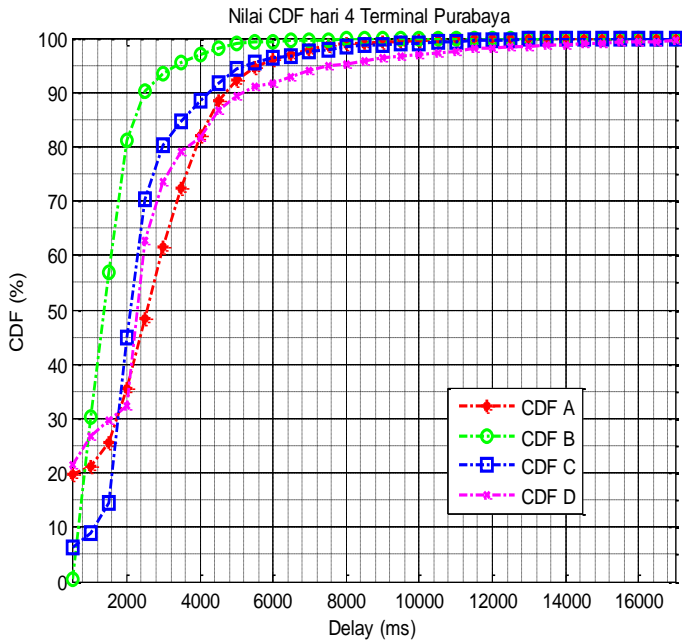
Dari hasil gambar 4.8 hasil pengukuran CDF hari ke-2, saat nilai delay kurang dari 4000 ms, CDF operator A sebanyak 68 % . Nilai delay kurang dari 4000 ms untuk operator B mempunyai CDF 96 %, operator C mempunyai CDF 85 %, operator D mempunyai CDF 76 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 96 %. Delay 4000

ms sesuai standar SLAC termasuk dalam kondisi sedang semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 4000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*).



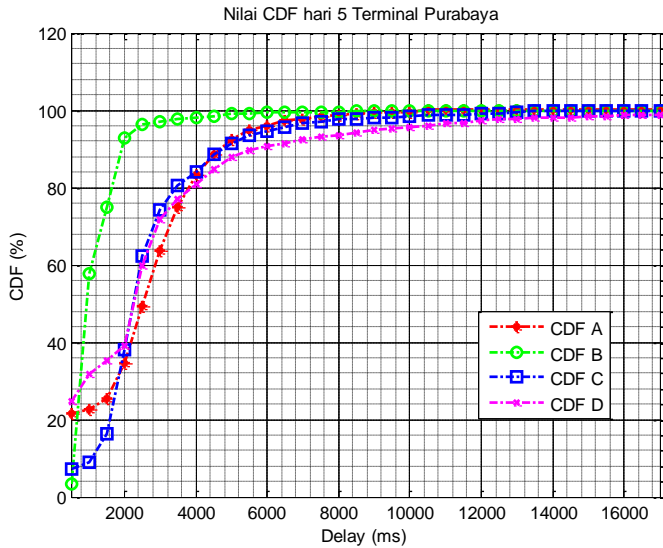
Gambar 4.9 Grafik CDF hari ke-3 Terminal Purabaya

Pada grafik CDF hari ke-3 Terminal Purabaya dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 17.410 sampel data. Sampel data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.9. Dari hasil gambar 4.9 hasil pengukuran CDF hari ke-3, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 37 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 85 %, operator C mempunyai CDF 37 %, operator D mempunyai CDF 37 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 85 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*) dengan menggunakan Smart Card Contacless (CSC).



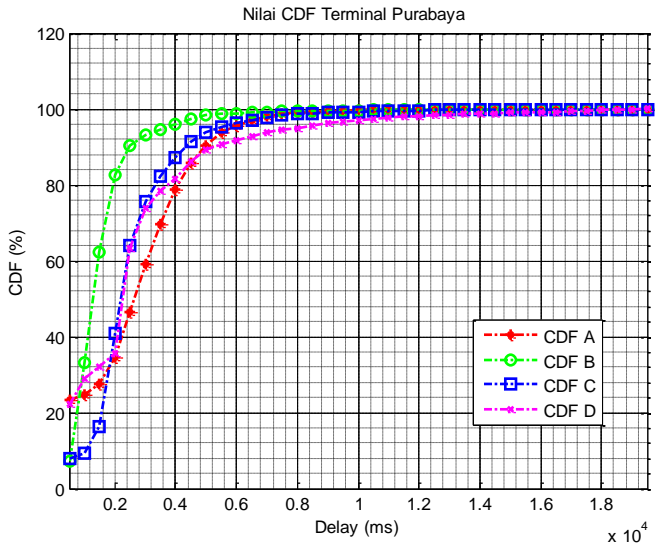
Gambar 4.10 Grafik CDF hari ke-4 Terminal Purabaya

Pada grafik CDF hari ke-4 dilakukan pengujian terhadap empat operator . Pengujian ini menggunakan 13.347 sampel data. Dari hasil gambar 4.10 hasil pengukuran CDF hari ke-4, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 35 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 82 % , operator C mempunyai CDF 45 % , operator D mempunyai CDF 32 % . Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 82 % . Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*).



Gambar 4.11 Grafik CDF hari ke-5 Terminal Purabaya

Pada grafik CDF hari ke-5 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Pengujian ini menggunakan 12.995 sampel data. Sampel data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.11. Dari hasil gambar 4.11 hasil pengukuran CDF hari ke-5, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 35 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 92 % , operator C mempunyai CDF 36 % , operator D mempunyai CDF 36 % . Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 92 % . Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*).



Gambar 4.12 Grafik CDF Lokasi Terminal Purabaya

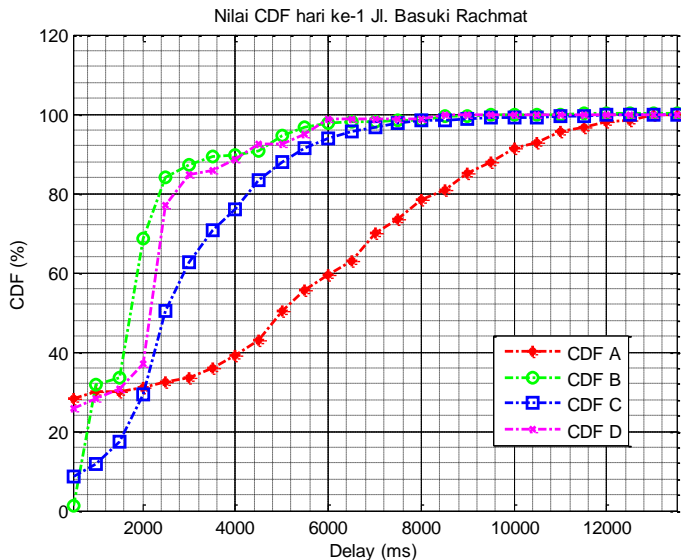
Pada gambar 4.12 menunjukkan grafik keseluruhan pengukuran selama lima hari di lokasi Terminal Purabaya. Pada gambar 4.11 merupakan grafik CDF selama lima hari pengujian untuk lokasi Terminal Purabaya. Dari hasil gambar 4.12 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 35 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 83 %, operator C mempunyai CDF 42 %, operator D mempunyai CDF 35 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 83 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*).

4.3 Hasil Pengujian lokasi Jl. Basuki Rakhmat

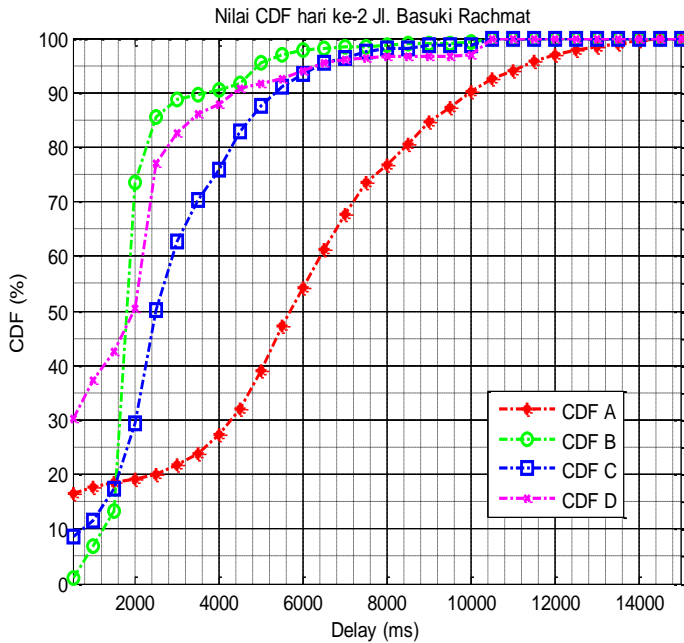
Pada grafik CDF hari ke-1 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Lokasi pengujian di Jl. Basuki Rakhmat. Pengujian ini menggunakan 2.717 sampel data. Sampel data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.13. Dari hasil gambar 4.13 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000

ms, CDF operator A sebanyak 30 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 68 %, operator C mempunyai CDF 29 %, operator D mempunyai CDF 37 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 68 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay 2000 ms juga menjadi standar dalam sistem e-ticketing Singapore (*Ez-Link*).

Pada grafik CDF hari ke-2 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Lokasi pengujian di Jl. Basuki Rakhmat. Pengujian ini menggunakan 2.509 sampel data. Dari hasil gambar 4.14 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 19 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 74 %, operator C mempunyai CDF 30 %, operator D mempunyai CDF 50 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 74 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client.

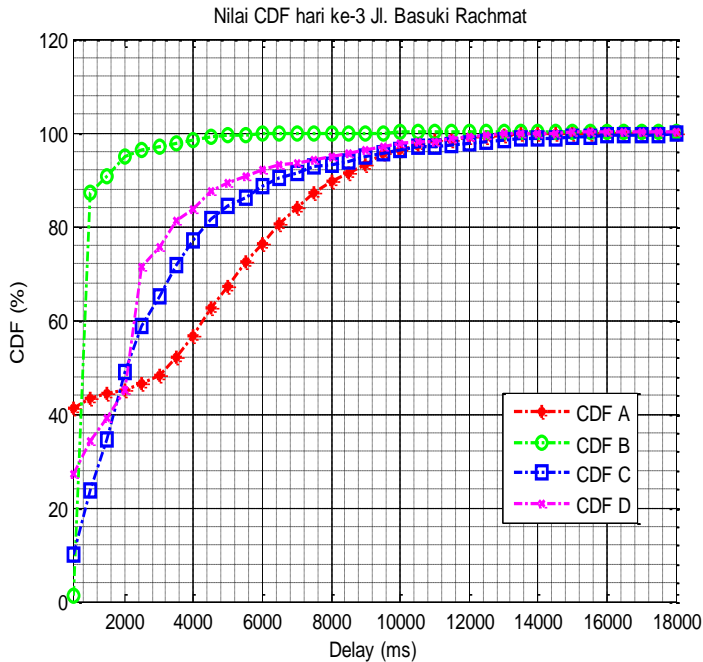


Gambar 4.13 Grafik CDF hari ke-1 Jl.Basuki Rakhmat



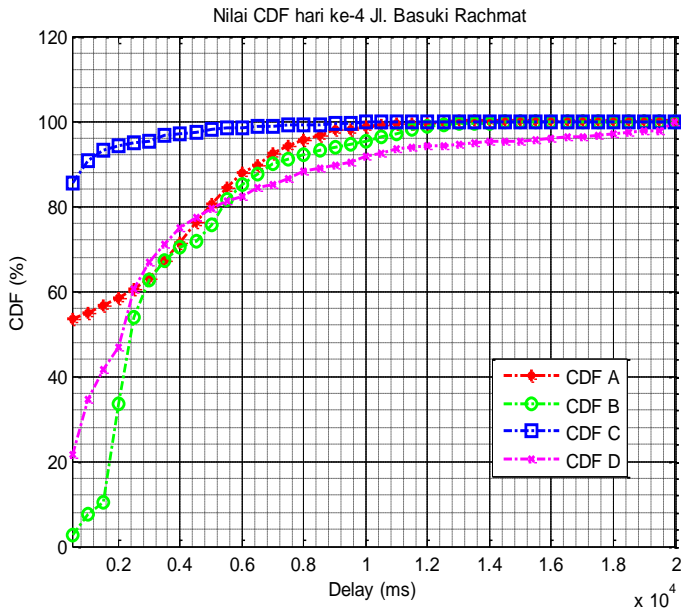
Gambar 4.14 Grafik CDF hari ke-2 Jl. Basuki Rakhmat

Pada grafik CDF hari ke-3 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Lokasi pengujian di Jl. Basuki Rakhmat. Pengujian ini menggunakan 3.832 sampel data. Pengujian dilakukan lima hari dengan operator A, operator B, operator C dan operator D. Dari hasil gambar 4.15 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 45 %. Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 96 %, operator C mempunyai CDF 49 %, operator D mempunyai CDF 45 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator B yang mempunyai nilai CDF 96 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client.



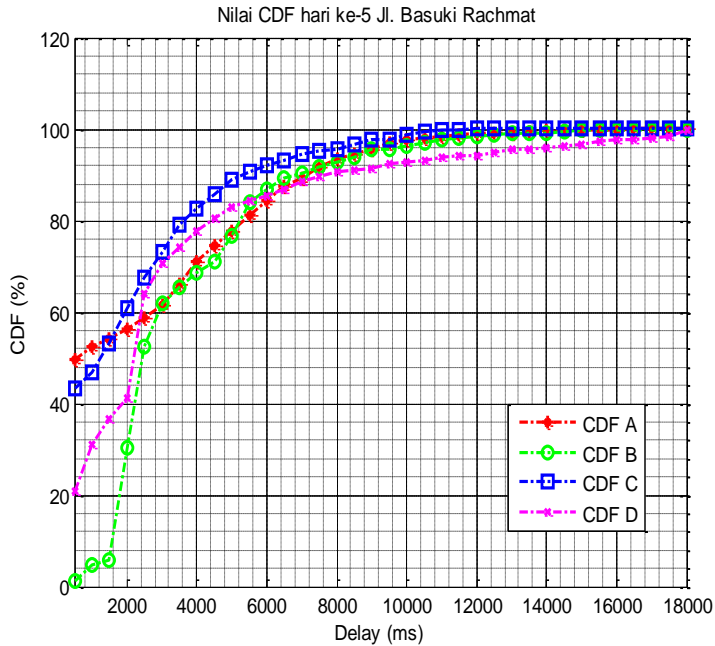
Gambar 4.15 Grafik CDF hari ke-3 Jl. Basuki Rakhmat

Pada gambar 4.16 merupakan grafik CDF selama 5 hari pengujian untuk lokasi Jl. Basuki Rakhmat. Pengujian data dilakukan selama lima hari. Pengujian menggunakan empat operator yaitu operator A, operator B, operator C dan operator D. Total data yang didapatkan sebanyak 4.491 data. Dari hasil gambar 4.16 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 58 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 33 %, operator C mempunyai CDF 95 %, operator D mempunyai CDF 48 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator C yang mempunyai nilai CDF 95 %. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Dari grafik, operator C mempunyai delay hampir mencapai 84 % dari seluruh total yan ada.



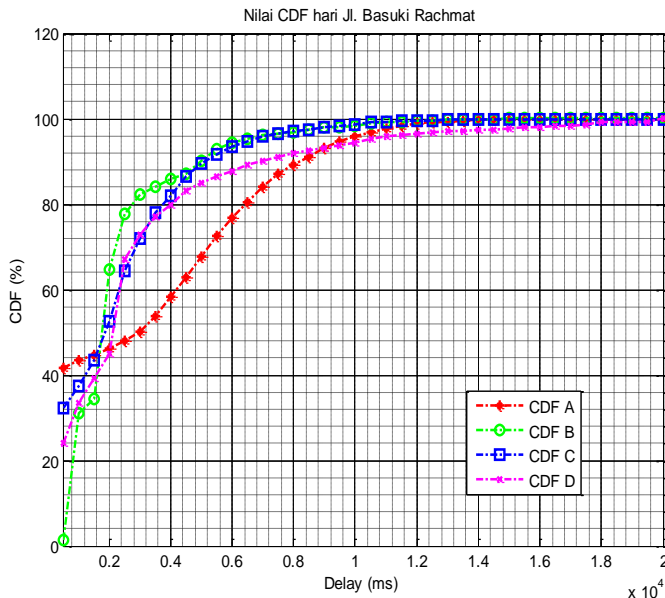
Gambar 4.16 Grafik CDF hari ke-4 Jl. Basuki Rakhmat

Pada grafik CDF hari ke-5 dilakukan pengujian terhadap empat operator. Lokasi pengujian di Jl. Basuki Rakhmat. Pengujian ini menggunakan 4.140 sampel data. Pengujian di lakukan dengan empat operator yaitu operator A, operator B, operator C dan operator D. Dari hasil gambar 4.17 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya, saat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 56 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 30 %, operator C mempunyai CDF 62 %, operator D mempunyai CDF 42 %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator C yang mempunyai nilai CDF 62 %. Dari keempat operator operator C mempunyai delay sangat baik daipada ketiga operator lainnya yaitu sebesar 62%. Delay 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client. Delay maksimal 2s merupakan standar dalam penggunaan sistem e-ticketing pada *Intelligent Transport System* di Surabaya.



Gambar 4.17 Grafik CDF hari ke-5 Jl. Basuki Rakhmat

Dapat dijelaskan bahwa masing-masing operator dapat mencapai CDF 100 % namun nilai *delay* berbeda-beda. Pengujian dilakukan selama lima hari. Pengujian dilakukan pada operator A, B, C, dan b. Dari hasil gambar 4.18 hasil pengukuran lokasi Terminal Purabaya. Saat nilai *delay* kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 46 % . Nilai *delay* kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 64 %, operator C mempunyai CDF 52 %, operator D mempunyai CDF 44| %. Dari keempat operator tersebut, yang direkomendasikan untuk sistem e-ticketing adalah operator C yang mempunyai nilai CDF 62 %. *Delay* 2000 ms sesuai standar SLAC termasuk dalam *Fully Interactive regime* yaitu dalam kondisi baik semua terlayani sesuai dengan permintaan client.

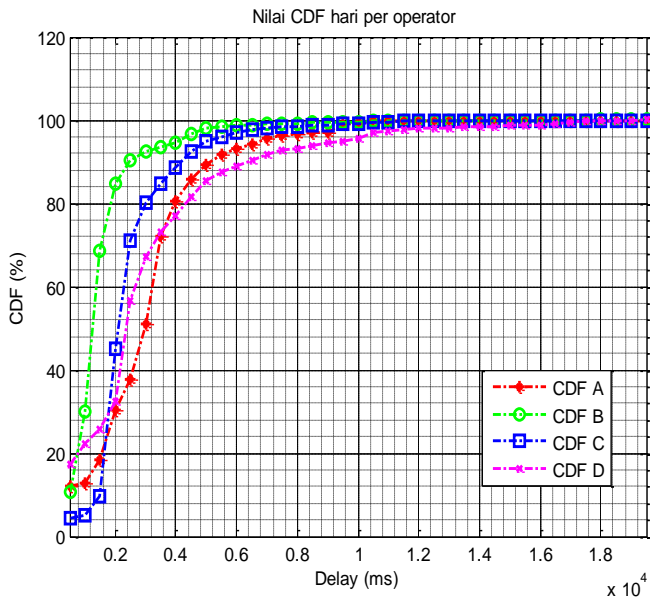


Gambar 4.18 Grafik CDF Lokasi Jl.Basuki Rakhmat

4.4 Hasil perbandingan peroperator

Pada gambar 4.19 merupakan grafik setiap operator yang didapatkan dari hasil data keseluruhan lokasi Jl. Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat. Untuk operator A total semua data sebanyak 33.986 data. Untuk operator B mempunyai 32.610 data. Operator C mempunyai data sejumlah 30.629. Total semua data pada operator D adalah Dari grafik, bisa dilihat nilai delay kurang dari 2 s operator A sebanyak 30 %, operator B sebanyak 84 %, operator C sebanyak 45 % dan untuk operator D sebanyak 32 %.

Dari ke-empat operator yang bisa dijadikan rekomendasi untuk sistem *e-ticketing* pada angkutan masal *tram* dan *monorail* untuk *Intelligent Transport System* di Surabaya adalah pada operator B. Operator B mempunyai nilai delay maksimal untuk sistem *e-ticketing* yaitu 2s dengan menggunakan *smart card*. Pada operator B nilai delay kurang dari 2s sebanyak 84 %. Nilai CDF pada operator B paling besar dibandingkan dengan ketiga operator lainnya.



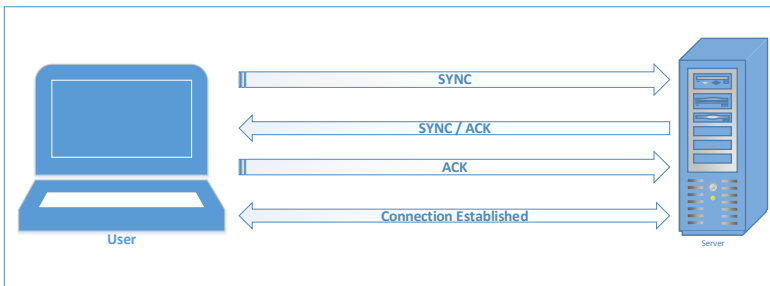
Gambar 4.19 Grafik PDF setiap provider

4.5 Hasil dan Analisis Pengiriman Paket Data Menggunakan Wireshark

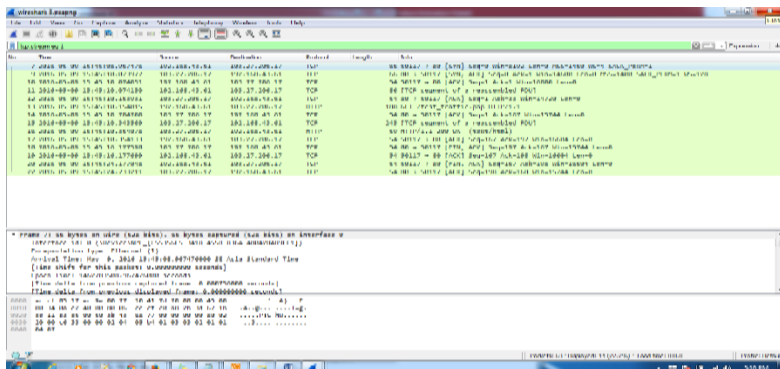
TCP (Transmission Control Protocol) adalah protocol yang bertugas untuk membentuk koneksi jika kedua belah pihak telah setuju. Sifat TCP adalah *connection-oriented*. TCP baru akan membuat koneksi jika kedua belah pihak telah setuju. Karenanya, TCP dianggap reliable (dapat diandalkan). Untuk analoginya pada TCP, sebelum computer mengirim data pada server, computer terlebih dahulu akan mengenali alamat logic dan fisiknya, setelah itu computer akan memberikan kode pada server saat pengiriman paket karena menunggu respon dari server terlebih dahulu, computer akan mengkalkulasikan rute yang akan ditempuh sekaligus menentukan rute cadangan bilaman terjadi kegagalan pengiriman. Pada layer TCP terdapat beberapa flag yang digunakan adalah flag ACK berfungsi untuk mengetahui apakah data yang dikirimkan sudah diterima atau belum di computer client. Flag SYNC berfungsi untuk mengidentifikasi bahwa segmen TCP yang bersangkutan mengandung

Initial Sequence Number (ISN). Flag FIN berfungsi untuk menandakan bahwa pengirim segmen TCP telah selesai dalam mengirimkan data dalam sebuah koneksi TCP.

Dari wireshark, bisa dilihat TCP terlebih dahulu mengirim SYN ACK pada destination dan menunggu destination untuk mereply ACK. Hasil pembahasan sebuah paket mengandung segmen data yang menyimpan informasi yang digunakan seperti protocol, alamat perangkat keras tujuan. Pada umumnya, proses komunikasi data pada protocol TCP adalah seperti gambar 4.19 berikut :



Gambar 4.20 Proses Pengiriman data TCP



Gambar 4.21 Tampilan wireshark saat pengukuran

Pada gambar 4.20 dijelaskan jenis transmisi untuk pertukaran data adalah transmisi HTTP (Hypertext Transfer Protocol) service. HTTP adalah protocol jaringan pengiriman data dalam lapisan aplikasi

(Application layer) yang digunakan untuk pertukaran data antara klien dengan server. Dalam proses pengiriman http, terbagi menjadi beberapa sesi pengiriman yang terjadi antara klien dengan server yaitu :

1. Inisialisasi koneksi
2. Proses permintaan data (GET/HTTP/1.1)
3. Proses pengakuan (Acknowledgment) dari user mengenai data yang dikirim server
4. Penghentian koneksi jika data sudah seluruhnya dikirim dari server ke user.

Dari data capture wireshark mengenai paket data yang dikirim pada waktu proses pengiriman HTTP dalam pengukuran karakteristik *delay* dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengiriman data wireshark Frame 7, 9 dan 10

N o	Ip Source	Ip Dest	Proto col	Src Port	Dest Port	Info
7	192.168. 43.61	103.27.2 06.17	TCP	5011 7	80	[SYN]
9	103.27.2 06.17	192.168. 43.61	TCP	80	50117	http-> 50117 [SYN,ACK] seq=1 Ack=1 win=14600 len 0
10	192.168. 43.61	103.27.2 06.17	TCP	5011 7	80	[ACK] seq=0 Ack=1 Len=0

Proses yang terjadi dalam tabel 4.1 adalah pada frame 3 terjadi permintaan request data dari IP host (192.168.43.61) ke server http://jkn1.lawanghosting.pw/test_traffic.php untuk mengidentifikasi bahwa dengan menggunakan protocol TCP dari port 50117 menuju port 80. Selama proses pembuatan sesi koneksi TCP, jika melakukan request maka akan memberikan nilai SYNC bernilai 1. Pada frame 9 terjadi

proses respond dari request yang berasal dari frame 8 dari server ke user melalui port 80 menuju port 50117 dengan nomer sequence 1 dan acknowledge 1 . Pada frame 10 terjadi proses ACK dari server ke user melalui port 50117 menuju port 80 bahwa data data telah dikirim sudah di terima pada user.

Tabel 4.2 Pengiriman data wireshark frame 11

N o	Ip Source	Ip Dest	Proto col	Src Port	Dest Port	Info
11	192.168.43.61	103.27.206.17	TCP	50117	80	[TCP segment of a reassembled PDU]

Pada tabel 4.2 adalah proses pengiriman data yang terjadi setelah proses handshaking connection antara server dan user. Prose ini biasanya berulang kali tergantung dari besar data yang dikirimkan dari server menuju user dan user akan melakukan acknowledgment dari setiap data yang dikirimkan oleh server untuk mengecek apakah data yang diterima sesuai dengan data yang dikirimkan. Jika paket data terjadi kerusakan maka user akan mengirimkan permintaan ke server untuk mengirim ulang data yang rusak atau hilang.

Tabel 4.3 Pengiriman data wireshark frame 13

No	IP Source	IP Dest	Prot ocol	Src Pro toc ol	Ds t po rt	Serv ices prot ocol	info
13	192.168.43.61	103.27.206.17	HTT P	50117	80	HT TP	GET/HTTP/1.1

Proses yang terjadi pada tabel 4.3 adalah :

1. Frame 13
2. Host mengirimkan HTTP request (192.168.4.21) kepada server (102.27.206.17).
3. Request dikirimkan dengan menggunakan protocol transport TCP dari nomer port 50117 menuju port 80.

4. Dengan menggunakan Application Layer protocol HTTP.
5. Info yang dikirimkan ke server adalah GET/test_traffic.php HTTP/1.1 yang berarti permintaan computer host untuk mendapat dokumen root (GET /) dari server dengan menggunakan protocol HTTP/1.1
6. Sequence number=1, Acknowledge Number=1 dan len (panjang data)

Tabel 4.4 Pengiriman data wireshark frame 14

N o	IP Source	IP Dest	Prot ocol	Src Pro toc ol	Ds t po rt	Serv ices prot ocol	info
14	103.27.206.17	192.168.43.61	TCP	80	50117	TCP	[ACK] seq=1 Ack=33 Len=0

Proses yang terjadi pada tabel 4.4 adalah:

1. Frame 14 adalah response dari request yang terdapat dalam frame 13.
2. Server mengirimkan response kepada host computer.
3. Request dikirimkan dengan Protocol Transport TCP dari nomor port 80 menuju port 50117
4. Dengan menggunakan Application Layer Protocol TCP
5. Info yang dikirimkan ke server adalah http>50117 seq= 1 Ack=167 Win=15744
6. Sequence number=1, Acknowledge Number=167 (seq request + Len Request) dan Len (panjang data)=0.

Tabel 4.5 Pengiriman data wireshark frame 15

N o	IP Source	IP Dest	Prot ocol	Src Pro toc ol	Ds t po rt	Serv ices prot ocol	info
15	103.27.206.17	192.168.43.61	TCP	80	50117	TCP]TCP segment of a reassembled PDU]

Tabel 4.5 adalah proses pengiriman data yang terjadi setelah proses handshaking connection antara server dengan clien. Proses ini biasanya berulang kali tergantung dari besar data yang dikirimkan (check sum). Jika paket data yang dikirimkan terjadi kerusakan maka, client akan mengirimkan permintaan kepada server untuk mengirimkan ulang data yang rusak atau hilang tersebut. Proses yang terjadi pada table diatas adalah

1. IP Server (103.27.206.17) mengirimkan response ke client (192.168.43.61) dengan menggunakan transport protocol TCP dari dari port 90 menuju port 50117.
2. Informasi yang dikirimkan adalah TCP segment of a reassembled PDU yang berarti server mengirimkan fragment data paket menuju client dengan besar fragmen sebesar 245
3. Pada frame 15 terjadi proses yang sama yaitu proses pengiriman fragmen data packet yang keduakalinya dengan besar paket

Tabel 4.6 Pengiriman data wireshark frame 17

N o	IP Source	IP Dest	Prot ocol	Src Pro toc ol	Ds t po rt	Serv ices prot ocol	info
1 7	192.168. 43.61	103.27. 206.17	TCP	501 17	80	TCP	[ACK] seq=167 Ack=197 len=0

Pada frame 17 tabel 4.6 terjadi proses:

1. Computer clien (192.168.4.21) mengirimkan response kepada server (103.168.43.61) mengenai pengiriman data yang dilakukan oleh server kepada client
2. Menggunakan protocol TCP dengan asal port dari 50117 dan tujuan port 80 menggunakan Service Application Protocol TCP
3. Pada frame 17 berisikan 50117>http [ACK] seq=167, Ack=197, win=16604 yang berarti server mengirimkan data acknowledge melalui port 50117 .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pengujian performansi jaringan 3G di Jl. Pemuda, Terminal Purabaya dan Jl. Basuki Rakhmat maka di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian lokasi Jl.Pemuda didapatkan hasil nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator A sebanyak 25 % , operator B mempunyai CDF 84 %, operator C mempunyai CDF 50 %, operator D mempunyai CDF 24 %. Jadi, dari keempat operator yang mempunyai nilai delay sangat baik adalah operator B yaitu sebanyak 84 %.
2. Hasil pengujian lokasi Terminal Purabaya didapatkan hasil nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 35 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 83 %, operator C mempunyai CDF 42 %, operator D mempunyai CDF 35 %. Dari keempat operator, operator B yang mempunyai delay sangat baik yaitu 83 %.
3. Hasil pengujian lokasi Jl. Basuki Rakhmat nilai delay kurang dari 2000 ms, CDF operator A sebanyak 46 % . Nilai delay kurang dari 2000 ms untuk operator B mempunyai CDF 64 %, operator C mempunyai CDF 52 %, operator D mempunyai CDF 44 %. Jadi, operator B mempunyai delay sangat baik yaitu sebanyak 64 %.
4. Dalam sistem *e-ticketing* dengan menggunakan *smart card* nilai delay yang ditoleransi sebesar 2s. Dari hasil pengujian pada tiga lokasi, nilai delay kurang dari 2s operator A sebanyak 30 %, operator B sebanyak 84 %, operator C sebanyak 45 % dan untuk operator D sebanyak 32 %. Sehingga, operator B bisa dijadikan rekomendasi untuk sistem e-ticketing.
5. Analisis hasil pengujian pada *wireshark* menunjukkan proses *three way handshake* yaitu suatu paket dengan *SYN-flag* memberitahukan computer tujuan untuk melakukan permintaan koneksi, kalau diterima maka permintaan tersebut akan dijawab dengan suatu paket *ACK(SYN) flag*, computer mengirim *ACK* kembali menandakan bahwa koneksi telah dibuat. Jika ingin melakukan disconnect dikirim suatu paket *FIN-flag*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chen Yingying, Duffield Haffner “Understanding the complexity of 3G UMTS network performance”, AT & T Labs research, 2013
- [2] Choon Mun Chan , Ramjee Ramachandran, *Wireless Network Group, Lucent Technology* “TCP/IP Performance Over 3G Wireless Links with Rate and Delay Variation”, Wireless Network, 2005.
- [3] Choon Chan Moon, Ramjee Ramachandran “Improving TCP/IP Performance over Third Generation Wireless Network”, *IEEE INFOCOM*, 2004.[3] Pemkot Surabaya, “Surabaya Mass Rapid Transportation,” 2013
- [4] Cottrel, Les. Matthews Wareen. Logg Connie. “Tutorial on Internet Monitoring & PingER at SLAC” <URL: <http://www.slac.stanford.edu/comp/net/wan-mon/tutorial.html#delay>>, May, 2016.
- [5] M. Mezghani, “Study on electronic ticketing in public transport,” European Metropolitan Transport Authorities, Eropa, 2008.
- [6] Narulina, Dista Riyasa. Adi, Wahyu Priyono. Asmuji, Gaguk. Analisis Kualitas Jaringan Internet Berbasis High Speed Downlink Pcket Access (HSDPA) pada Wilayah Urban di Kota Malang Dengan Metode Drive test”.
- [7] Putu, I Agus Eka Pratama, “Smart City beserta Cloud Computing dan Teknologi-teknologi Pendukung Lainnya”, Informatika Bandung, Bandung, Februari 2014.
- [8] Winarko, Okma Putro. “Analisis Pnerapan Differsv pada Teknologi TCP/IP Tradisional untuk Jaringan Perangkat Telekomunikasi 3G Berbasis IP di PT Indosat, TBK. Cabang Malang. Prosiding.
- [9] Yuniati Yetti, Dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung “Analisis Performansi Transmission Control Protocol (TCP) yang Disebabkan oleh wideband Effect Loss pada Jaringan UMTS”, *ELECTRICIAN-Jurnal Rekayasa dan Teknik Elektro*, 2012.[7] ITU-T Series G., “Transmission system and media, digital system and network,” 2003.
- [8] Yuniati, Yeni. “Simulasi Pengaruh Shadowing dan Rayleigh Fading terhadap Performansi TCP Reno pada Jaringan UMTS”, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Januari 2015.

LAMPIRAN A: LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL

Jurusan Teknik Elektro – FTI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

TE 141599 TUGAS AKHIR – 4 SKS

Nama Mahasiswa : Wilda Ikhdiah
Nomor Pokok : 2214105091
Bidang Studi : Telekomunikasi Multimedia
Tugas Diberikan : Semester Genap Th. 2015/2016
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Suwadi, M.T

09 FEB 2016

Judul Tugas Akhir : **Analisis Kinerja TCP/IP untuk jaringan Nirkabel 3G di Surabaya**
(TCP/IP Performance Analysis over 3G Wireless Network in Surabaya)


Uraian Tugas Akhir :

Teknologi 3G merupakan jaringan seluler standar internasional yang menggantikan jaringan 2G. Penggunaan spektrum radio yang lebih luas sehingga transmisi data bisa dilakukan lebih cepat terutama untuk layanan multimedia canggih. Sebagian besar aplikasi dari 3G bersifat *end-to-end application* yang menggunakan *Transmission Control Protocol* (TCP).

Dalam tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis performansi dari jaringan nirkabel 3G di daerah Surabaya, agar di dapatkan hasil performansi TCP/IP sehingga dapat menjadi pertimbangan teknologi *Intelligent Transportation System* untuk proyek pembuatan *smart city*. Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran pada beberapa operator seluler mengenai besarnya *delay* di tempat yang memiliki trafik yang tinggi. Diharapkan teknologi 3G mampu mendukung penerapan *Intelligent Transportation System* di Surabaya.

Kata kunci: 3G, nirkabel, TCP/IP, performansi.

Dosen Pembimbing,



9/2016

Dr. Ir. Suwadi, M.T

NIP. 196808181993031002

Mengetahui,
Jurusan Teknik Elektro FTI – ITS



Dr. Ardyono Privadi, ST, M.Eng.

NIP. 197309271998031004

Menyetujui,
Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Koordinator,



Dr. Ir. Endroono, DEA.

NIP. 196504041991021001

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LAMPIRAN B : DATA CDF 3 LOKASI

Tabel 1. CDF Hari ke-1 Jl.Pemuda

Range	CDF A	CDF B	CDF C
500	0.124766	32.3689	2.076503
1000	0.187149	67.20916	2.677596
1500	2.495321	88.18565	6.502732
2000	9.419838	93.18867	44.48087
2500	10.23082	95.11754	71.42077
3000	21.14785	95.84087	79.12568
3500	66.25078	96.50392	83.82514
4000	75.48347	96.98614	87.65027
4500	78.10356	98.31224	91.47541
5000	80.66126	98.91501	93.98907
5500	82.59513	99.03556	95.95628
6000	83.4685	99.2164	96.99454
6500	83.90518	99.39723	97.9235
7000	86.15097	99.4575	98.25137
7500	88.08484	99.51778	98.52459
8000	88.70867	99.63834	98.79781
8500	89.20774	99.69861	99.07104
9000	89.64442	99.75889	99.18033
9500	98.68996	99.81917	99.23497
10000	99.43855	99.93972	99.39891
10500	99.50094	100	99.56284
11000	100	100	99.72678
11500	100	100	99.83607
12000	100	100	100

Tabel 2. CDF Hari ke-2 Jl.Pemuda

Range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	0	6.8944844	1.3671875	4.5918367
1000	0	9.9520384	1.7578125	5.4421769
1500	1.2765957	73.321343	4.9804688	7.9931973
2000	10	83.752998	34.570313	25.340136
2500	11.347518	87.05036	68.945313	42.346939
3000	23.120567	88.489209	78.710938	51.190476
3500	66.241135	89.98801	83.007813	59.183673
4000	76.524823	91.366906	86.816406	64.795918
4500	79.078014	94.604317	90.722656	69.557823
5000	81.276596	96.103118	92.96875	74.319728
5500	83.191489	96.702638	94.042969	77.55102
6000	83.900709	97.302158	95.117188	80.782313
6500	84.822695	97.961631	96.484375	83.673469
7000	86.312057	98.081535	97.070313	84.863946
7500	87.304965	98.321343	97.265625	86.394558
8000	88.014184	98.561151	97.363281	86.734694
8500	88.652482	98.860911	97.558594	87.414966
9000	88.865248	98.860911	97.753906	88.605442
9500	99.148936	98.980815	97.753906	89.965986
10000	99.432624	99.220624	98.144531	90.646259
10500	99.432624	99.220624	98.242188	91.496599
11000	99.64539	99.280576	98.339844	92.687075
11500	99.716312	99.340528	98.632813	93.367347
12000	99.716312	99.40048	98.828125	93.367347
12500	100	99.520384	98.925781	93.707483
13000	100	99.580336	98.925781	94.557823

13500	100	99.70024	98.925781	94.727891
14000	100	100	98.925781	95.238095
14500	100	100	99.023438	95.408163
15000	100	100	99.023438	95.918367
15500	100	100	99.121094	96.428571
16000	100	100	99.121094	96.768707
16500	100	100	99.316406	96.768707
17000	100	100	100	100

Tabel 3. CDF Hari ke-3 Jl.Pemuda

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	0.520156	3.8163001	1.1619463	6.9645204
1000	0.7152146	12.677878	1.4524328	8.2785808
1500	23.276983	68.564036	4.1394336	11.563732
2000	48.309493	84.670116	43.79085	22.207622
2500	51.495449	88.809832	74.945534	39.027595
3000	64.109233	90.03881	82.425563	49.145861
3500	84.525358	91.461837	84.676834	58.212878
4000	88.10143	92.626132	87.799564	62.943495
4500	90.637191	95.278137	91.648511	68.462549
5000	92.197659	96.83053	95.424837	73.455979
5500	93.107932	97.542044	96.368918	77.529566
6000	93.563069	98.059508	96.804648	80.026281
6500	94.278283	98.447607	97.385621	82.654402
7000	95.318596	98.706339	97.530864	84.231275
7500	95.903771	98.835705	97.603486	85.676741
8000	96.358908	99.094437	97.603486	87.122208
8500	96.553966	99.288486	97.603486	87.647832
9000	96.814044	99.288486	97.676107	88.567674

9500	99.024707	99.353169	97.821351	89.35611
10000	99.284785	99.482536	97.966594	89.881735
10500	99.479844	99.547219	98.111837	90.407359
11000	99.544863	99.611902	98.983297	91.327201
11500	99.674902	99.676585	99.56427	91.721419
12000	100	100	99.854757	91.984231
12500	100	100	100	92.247043
13000	100	100	100	92.772668
13500	100	100	100	93.03548
14000	100	100	100	93.429698
14500	100	100	100	93.955322
15000	100	100	100	94.480946
15500	100	100	100	94.612352
16000	100	100	100	94.612352
16500	100	100	100	95.269382
17000	100	100	100	95.795007
17500	100	100	100	100

Tabel 4. CDF Hari ke-4 Jl.Pemuda

Range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	0.057405	23.58824	0.384404	6.731707
1000	0.057405	39.05882	0.604064	7.512195
1500	6.831228	78.64706	2.196595	10.14634
2000	19.74742	89.94118	58.64909	21.17073
2500	21.87141	92.05882	82.75673	33.95122
3000	40.12629	93.64706	88.1933	45.07317
3500	74.33984	94.23529	90.22515	55.90244
4000	82.37658	95.05882	93.13564	61.85366
4500	86.969	96.94118	95.66172	66.43902

5000	89.60964	98.41176	96.81494	72.4878
5500	91.38921	98.82353	97.52883	77.07317
6000	92.13548	99.05882	97.85832	80.4878
6500	92.99656	99.17647	98.29764	83.02439
7000	95.00574	99.29412	98.40747	85.26829
7500	96.03904	99.47059	98.79187	86.92683
8000	96.38347	99.52941	99.01153	88.19512
8500	96.61309	99.52941	99.12136	89.56098
9000	96.84271	99.52941	99.17628	90.43902
9500	99.59816	99.58824	99.28611	91.21951
10000	99.65557	99.70588	99.28611	91.80488
10500	99.71297	99.70588	99.50577	92.4878
11000	100	100	99.6156	93.36585
11500	100	100	100	94.04878
12000	100	100	100	94.34146
12500	100	100	100	94.92683
13000	100	100	100	95.70732
13500	100	100	100	96
14000	100	100	100	96.4878
14500	100	100	100	96.78049
15000	100	100	100	96.97561
15500	100	100	100	96.97561
16000	100	100	100	96.97561
16500	100	100	100	97.26829
17000	100	100	100	100

Tabel 5. CDF Hari ke-5 Jl.Pemuda

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	0.1130582	5.2929085	0.1040583	7.3878628

1000	0.1130582	9.0955807	0.1560874	8.7950748
1500	6.557377	63.823227	2.1331946	12.049252
2000	30.299604	82.99075	56.815817	31.838171
2500	33.295647	88.078109	84.599376	50.659631
3000	41.831543	89.87667	89.594173	60.510114
3500	73.88355	90.544707	91.831426	69.744943
4000	81.910684	91.161357	93.756504	74.758135
4500	86.037309	94.450154	96.305931	78.979771
5000	87.846241	97.276465	97.658689	82.497801
5500	89.089881	97.995889	98.335068	86.103782
6000	89.429056	98.355601	99.011446	87.950748
6500	89.994347	98.458376	99.219563	89.270009
7000	92.142453	98.561151	99.37565	90.325418
7500	92.877332	98.663926	99.531738	91.556728
8000	93.046919	98.972251	99.531738	92.260334
8500	93.273036	99.075026	99.687825	92.788039
9000	93.499152	99.126413	99.739854	93.315743
9500	98.417185	99.229188	99.791883	93.755497
10000	98.586772	99.38335	99.843913	94.371152
10500	98.812889	99.434738	100	94.722955
11000	98.869418	99.434738	100	95.25066
11500	98.982476	99.434738	100	95.690413
12000	98.982476	99.537513	100	96.218118
12500	99.095534	100	100	96.394019
13000	100	100	100	96.569921
13500	100	100	100	96.657872
14000	100	100	100	96.657872
14500	100	100	100	96.657872
15000	100	100	100	97.097625

15500	100	100	100	97.185576
16000	100	100	100	97.185576
16500	100	100	100	97.537379
17000	100	100	100	97.801231
17500	100	100	100	100

Tabel 5. CDF Jl.Pemuda

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	0.1461632	14.262237	0.9656383	6.636286
1000	0.182704	27.209766	1.2666165	7.7470806
1500	8.8915956	74.245803	3.8625533	10.7092
2000	25.676005	86.817702	49.297718	25.548277
2500	28.051157	90.174903	77.4768	41.868414
3000	42.021924	91.548304	84.236268	51.979493
3500	74.677223	92.49912	87.25859	61.435488
4000	82.25335	93.379505	90.293454	66.761606
4500	86.004872	95.879798	93.528969	71.461122
5000	88.18514	97.511445	95.635816	76.246084
5500	89.707674	98.027938	96.714322	80.176588
6000	90.304507	98.403568	97.404063	82.853888
6500	91.084044	98.685292	98.043642	85.075477
7000	92.850183	98.814415	98.281916	86.6135
7500	93.727162	98.955276	98.50765	88.066078
8000	94.116931	99.15483	98.633057	89.034463
8500	94.409257	99.283954	98.783547	89.831957
9000	94.640682	99.30743	98.871332	90.657932
9500	99.049939	99.3896	98.946576	91.426944
10000	99.208283	99.5422	99.071984	92.025064
10500	99.317905	99.577415	99.235014	92.594702

11000	99.500609	99.659584	99.460747	93.420678
11500	99.56151	99.683061	99.711563	93.961834
12000	99.622412	99.776969	99.824429	94.275135
12500	99.695493	99.906092	99.862052	94.616918
13000	100	99.917831	99.862052	95.158075
13500	100	99.941308	99.862052	95.357448
14000	100	100	99.862052	95.670749
14500	100	100	99.874592	95.898604
15000	100	100	99.874592	96.297351
15500	100	100	99.887133	96.439761
16000	100	100	99.887133	96.496725
16500	100	100	99.912215	96.838508
17000	100	100	100	98.376531
17500	100	100	100	100

C.1 Data CDF Lokasi Terminal Purabaya

Tabel 1. CDF Hari ke-1 Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	32.606166	2.8890348	2.4576271	21.274409
1000	34.584061	5.4826001	3.3050847	31.654676
1500	36.707388	40.971766	8.9830508	37.512847
2000	42.001163	65.889691	33.220339	42.343268
2500	51.832461	78.923178	66.186441	65.570401
3000	61.896451	85.062377	77.542373	72.250771
3500	71.291449	87.721602	82.881356	75.950668
4000	79.377545	89.724228	86.101695	79.445015
4500	85.892961	92.777413	92.033898	82.528263
5000	90.517743	95.830598	95.084746	84.789311

5500	94.269924	96.782666	96.440678	86.22816
6000	96.276905	97.143795	97.033898	87.461459
6500	97.876672	97.406435	97.79661	88.900308
7000	98.691099	97.636244	98.305085	90.750257
7500	99.04014	97.898884	98.898305	91.675231
8000	99.38918	98.063033	99.067797	92.805755
8500	99.534613	98.227183	99.152542	93.11408
9000	99.709133	98.358503	99.491525	93.73073
9500	99.73822	98.391333	99.491525	94.552929
10000	99.796393	98.391333	99.745763	95.066804
10500	100	98.489823	100	95.683453
11000	100	98.653972	100	95.786228
11500	100	98.653972	100	95.889003
12000	100	98.719632	100	96.300103
12500	100	98.818122	100	96.300103
13000	100	98.850952	100	96.916752
13500	100	99.113592	100	97.225077
14000	100	99.212081	100	97.225077
14500	100	99.244911	100	97.327852
15000	100	99.244911	100	97.327852
15500	100	99.244911	100	97.533402
16000	100	99.277741	100	97.533402
16500	100	99.409061	100	97.533402
17000	100	99.606041	100	97.636177
17500	100	99.73736	100	98.047276
18000	100	100	100	98.252826
18500	100	100	100	98.458376
19000	100	100	100	98.561151
19500	100	100	100	100

Tabel 2. CDF Hari ke-2 Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	20.252594	17.033248	0.4514673	22
1000	21.808751	26.649616	0.7524454	26.916667
1500	23.161931	67.826087	10.458992	29.083333
2000	26.77041	87.314578	43.842488	33.25
2500	36.806495	92.634271	69.551041	60.666667
3000	48.082995	94.066496	79.95987	68.25
3500	58.367163	94.83376	85.803863	72.166667
4000	68.222824	95.805627	90.56935	75.833333
4500	78.416779	97.800512	93.629295	80.916667
5000	85.633739	98.618926	95.435164	84.166667
5500	90.482634	98.823529	96.313017	85.5
6000	93.68516	98.925831	97.19087	87.25
6500	95.511953	99.130435	97.968397	88.166667
7000	97.203428	99.283887	98.394783	89.5
7500	98.263419	99.488491	98.720843	90.583333
8000	98.962562	99.590793	99.046902	91.25
8500	99.188092	99.693095	99.222473	92
9000	99.368516	99.693095	99.372962	92.5
9500	99.526387	99.693095	99.372962	92.75
10000	99.729364	99.693095	99.423125	93.666667
10500	100	100	99.548533	94.5
11000	100	100	99.598696	94.75
11500	100	100	99.774266	95.5
12000	100	100	99.824429	95.75
12500	100	100	100	95.833333
13000	100	100	100	95.916667
13500	100	100	100	96.083333

14000	100	100	100	96.416667
14500	100	100	100	96.583333
15000	100	100	100	96.916667
15500	100	100	100	97.333333
16000	100	100	100	97.5
16500	100	100	100	97.75
17000	100	100	100	97.916667
17500	100	100	100	98.083333
18000	100	100	100	98.25
18500	100	100	100	100

Tabel 3. CDF Hari ke-3 Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	23.053279	15.4064	22.974813	21.867995
1000	24.385246	37.609742	24.302246	28.518057
1500	28.381148	70.320023	28.692988	31.768369
2000	37.431694	85.811385	37.71273	34.844334
2500	49.760929	92.636647	50	64.607721
3000	64.719945	95.270462	64.908101	75.691158
3500	75.990437	96.62985	76.140231	79.8132
4000	84.016393	97.734353	84.13887	82.926526
4500	90.027322	98.697253	90.12934	87.671233
5000	93.237705	99.263665	93.328795	90.909091
5500	95.79918	99.631832	95.881552	92.254047
6000	96.857923	99.688474	96.936692	93.449564
6500	98.019126	99.773435	98.093941	94.333748
7000	98.702186	99.801756	98.774677	95.255293
7500	99.077869	99.886718	99.149081	96.002491

8000	99.214481	99.886718	99.285228	96.475716
8500	99.419399	99.886718	99.489449	96.936488
9000	99.419399	99.915038	99.489449	97.39726
9500	99.521858	99.915038	99.591559	97.808219
10000	99.590164	99.943359	99.591559	98.144458
10500	100	100	100	98.418431
11000	100	100	100	98.71731
11500	100	100	100	98.916563
12000	100	100	100	99.165629
12500	100	100	100	99.290162
13000	100	100	100	99.402242
13500	100	100	100	99.476961
14000	100	100	100	99.551681
14500	100	100	100	99.589041
15000	100	100	100	99.688667
15500	100	100	100	99.738481
16000	100	100	100	99.750934
16500	100	100	100	99.838107
17000	100	100	100	100

Tabel 4. CDF Hari ke-4 Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	19.691578	0.5319149	6.3990692	21.496512
1000	21.144721	30.171395	8.8132635	26.75967
1500	25.474496	56.944444	14.514252	29.581484
2000	35.498221	81.028369	44.764398	32.371592
2500	48.487544	90.189125	70.331588	62.618897
3000	61.595492	93.410165	80.337405	73.652505

3500	72.449585	95.567376	84.758581	79.074192
4000	82.117438	96.956265	88.510762	81.864299
4500	88.31554	98.108747	91.76847	86.715282
5000	92.200474	99.083924	94.328098	89.251744
5500	94.721234	99.231678	95.433392	91.090679
6000	96.055753	99.379433	96.218732	91.661382
6500	96.975089	99.468085	96.742292	92.866202
7000	97.686833	99.615839	97.585806	94.134432
7500	98.546856	99.674941	97.876672	94.831959
8000	98.991696	99.763593	98.342059	95.180723
8500	99.080664	99.793144	98.574753	95.814838
9000	99.228944	99.822695	98.749273	96.353836
9500	99.317912	99.881797	98.923793	96.639188
10000	99.525504	99.881797	98.95288	96.92454
10500	99.644128	100	99.1274	97.273304
11000	100	100	99.243746	97.52695
11500	100	100	99.418266	98.002536
12000	100	100	99.505526	98.224477
12500	100	100	99.65096	98.3513
13000	100	100	99.709133	98.414711
13500	100	100	100	98.700063
14000	100	100	100	98.731769
14500	100	100	100	98.95371
15000	100	100	100	99.112238
15500	100	100	100	99.17565
16000	100	100	100	99.302473
16500	100	100	100	99.365885
17000	100	100	100	99.461002
17500	100	100	100	100

Tabel 5. CDF Hari ke-5 Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	21.479081	3.1728665	7.1268776	24.64539
1000	22.628167	57.685996	8.8526686	31.737589
1500	25.515616	74.753829	16.331096	35.248227
2000	34.678845	92.724289	38.095238	39.29078
2500	49.175015	96.30744	62.288271	59.964539
3000	63.730112	97.155361	74.209012	71.737589
3500	74.808486	97.702407	80.696708	76.843972
4000	83.323512	97.948578	84.14829	80.851064
4500	88.568061	98.413567	88.494727	84.751773
5000	92.516205	99.097374	91.498881	87.836879
5500	94.932233	99.28884	93.448386	89.680851
6000	96.08132	99.316193	94.662832	90.602837
6500	97.25987	99.398249	95.557686	91.489362
7000	97.849146	99.480306	96.548418	92.588652
7500	98.320566	99.535011	97.155641	93.049645
8000	98.791986	99.617068	97.571109	93.439716
8500	98.998232	99.699125	97.8907	94.326241
9000	99.351797	99.726477	98.114414	94.787234
9500	99.469652	99.753829	98.24225	95.319149
10000	99.616971	99.781182	98.402045	95.673759
10500	100	100	98.657718	96.134752
11000	100	100	98.817514	96.524823
11500	100	100	98.913391	96.808511
12000	100	100	99.009268	97.304965
12500	100	100	99.201023	97.553191
13000	100	100	99.360818	97.836879
13500	100	100	100	97.943262

14000	100	100	100	98.085106
14500	100	100	100	98.22695
15000	100	100	100	98.404255
15500	100	100	100	98.58156
16000	100	100	100	98.617021
16500	100	100	100	98.687943
17000	100	100	100	98.687943
17500	100	100	100	98.687943
18000	100	100	100	100

Tabel 6. CDF Terminal Purabaya

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	23.266538	7.0575392	7.9402944	22.253817
1000	24.769441	33.046494	9.2898037	28.80633
1500	27.581692	62.400462	16.194111	32.09495
2000	34.731868	82.686874	40.751091	35.470112
2500	46.538768	90.283843	63.999455	63.176114
3000	59.176819	93.160801	75.613413	73.845583
3500	69.714221	94.682764	82.299618	78.351981
4000	78.623477	95.806576	87.070611	81.622056
4500	85.676876	97.232212	91.269084	86.165544
5000	90.447455	98.433085	93.886314	89.182172
5500	93.783445	98.805548	95.419847	90.715213
6000	95.639303	98.940406	96.360414	91.784633
6500	97.011272	99.075263	97.178299	92.767509
7000	97.961972	99.197277	97.880316	93.874019
7500	98.616646	99.319291	98.289258	94.597268
8000	99.060685	99.402774	98.616412	95.085615

8500	99.237163	99.473414	98.834515	95.666687
9000	99.41364	99.518366	98.991276	96.155035
9500	99.516111	99.544053	99.07988	96.575385
10000	99.658431	99.556897	99.154853	96.958645
10500	99.931686	99.704598	99.386587	97.341905
11000	100	99.736707	99.461559	97.632441
11500	100	99.736707	99.570611	97.93534
12000	100	99.74955	99.625136	98.232058
12500	100	99.768816	99.747819	98.368053
13000	100	99.775238	99.795529	98.528775
13500	100	99.826612	100	98.670953
14000	100	99.845877	100	98.763677
14500	100	99.852299	100	98.868764
15000	100	99.852299	100	99.00476
15500	100	99.852299	100	99.116029
16000	100	99.858721	100	99.165482
16500	100	99.884408	100	99.252024
17000	100	99.922939	100	99.369475
17500	100	99.948626	100	99.511652
18000	100	100	100	99.765099
18500	100	100	100	99.907276
19000	100	100	100	99.913457
19500	100	100	100	100

D.1 Data CDF Lokasi Jl. Basuki Rakhmat

Tabel 1. CDF hari ke-1 Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	28.229665	1.2733447	8.7620579	25.641026

1000	30.143541	31.833616	11.655949	28.205128
1500	30.143541	33.616299	17.363344	30.769231
2000	31.100478	68.421053	29.340836	37.179487
2500	32.535885	83.870968	50.241158	76.923077
3000	33.492823	87.181664	62.78135	84.615385
3500	35.885167	89.134126	70.578778	85.897436
4000	39.23445	89.813243	76.045016	88.461538
4500	43.062201	90.831919	83.279743	92.307692
5000	50.239234	94.482173	87.78135	92.307692
5500	55.502392	96.689304	91.237942	94.871795
6000	59.330144	97.70798	93.729904	98.717949
6500	63.157895	98.047538	95.659164	98.717949
7000	69.856459	98.217317	96.784566	98.717949
7500	73.684211	98.471986	97.829582	98.717949
8000	78.4689	98.556876	98.472669	98.717949
8500	80.861244	99.320883	98.553055	100
9000	85.167464	99.405772	98.874598	100
9500	88.038278	99.660441	98.954984	100
10000	91.38756	99.660441	99.03537	100
10500	92.822967	99.745331	99.276527	100
11000	95.69378	99.830221	99.437299	100
11500	96.650718	100	99.517685	100
12000	98.086124	100	99.678457	100
12500	98.564593	100	99.839228	100
13000	100	100	99.839228	100
13500	100	100	100	100

Tabel 2. CDF hari ke-2 Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	16.666667	1.0664479	8.7339744	30.215827
1000	17.586207	6.8088597	11.61859	37.410072
1500	18.505747	13.371616	17.307692	42.685851
2000	19.195402	73.66694	29.246795	50.359712
2500	20.114943	85.64397	50.080128	76.978417
3000	21.83908	88.843314	62.580128	82.733813
3500	23.908046	89.49959	70.352564	86.091127
4000	27.241379	90.401969	75.801282	87.769784
4500	32.068966	91.632486	83.012821	90.88729
5000	39.08046	95.324036	87.5	91.606715
5500	47.241379	97.04676	90.945513	92.565947
6000	54.367816	97.867104	93.429487	94.004796
6500	61.264368	98.113208	95.352564	95.443645
7000	67.701149	98.359311	96.474359	95.923261
7500	73.563218	98.441345	97.516026	96.402878
8000	76.896552	98.687449	98.157051	96.642686
8500	80.45977	98.851518	98.237179	96.642686
9000	84.597701	99.097621	98.557692	96.642686
9500	87.356322	99.097621	98.637821	96.642686
10000	90.114943	99.26169	98.717949	96.882494
10500	92.643678	100	100	100
11000	94.022989	100	100	100
11500	95.747126	100	100	100
12000	96.896552	100	100	100
12500	97.816092	100	100	100
13000	98.275862	100	100	100

13500	99.08046	100	100	100
14000	99.425287	100	100	100
14500	99.885057	100	100	100
15000	100	100	100	100

Tabel 3. CDF hari ke-3 Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	41.27378	1.1437908	9.9252935	27.203482
1000	43.176179	87.091503	23.692636	34.276387
1500	44.251447	90.604575	34.578442	38.955386
2000	44.913151	94.771242	48.986126	45.15778
2500	46.319272	96.323529	58.804696	71.381937
3000	48.138958	97.058824	64.994664	75.62568
3500	52.026468	97.54902	71.824973	81.066376
4000	56.658395	98.529412	77.054429	83.569097
4500	62.696443	99.183007	81.53682	87.377584
5000	67.328371	99.346405	84.418356	89.227421
5500	72.29115	99.428105	86.232657	90.85963
6000	76.426799	99.673203	88.580576	91.947769
6500	80.645161	99.836601	90.288154	93.035909
7000	83.870968	99.836601	91.568837	93.579978
7500	87.179487	99.836601	92.742796	94.232862
8000	89.578164	99.836601	93.276414	94.885745
8500	91.480562	99.918301	94.023479	95.756257
9000	93.134822	99.918301	94.770544	96.40914
9500	95.533499	99.918301	95.731057	96.95321
10000	96.277916	100	96.264674	97.606094
10500	97.51861	100	96.905016	98.041349

11000	98.263027	100	97.118463	98.150163
11500	98.428453	100	97.33191	98.911861
12000	99.090157	100	97.652081	99.238303
12500	99.255583	100	98.078975	99.564744
13000	99.503722	100	98.292423	99.673558
13500	99.834574	100	98.612593	99.673558
14000	100	100	98.932764	99.782372
14500	100	100	98.932764	99.782372
15000	100	100	99.039488	100
15500	100	100	99.039488	100
16000	100	100	99.359658	100
16500	100	100	99.359658	100
17000	100	100	99.573106	100
17500	100	100	99.573106	100
18000	100	100	100	100

Tabel 4. CDF hari ke-4 Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	53.375196	2.6641294	85.37387	21.618743
1000	55.023548	7.5166508	90.797042	34.611289
1500	56.514914	10.18078	93.015612	41.42705
2000	58.320251	33.58706	94.33032	46.964856
2500	60.518053	53.853473	94.905505	60.489883
3000	62.872841	62.702188	95.398521	66.773163
3500	67.032967	67.17412	96.63106	71.13951
4000	71.350078	70.218839	97.124076	74.86688
4500	76.452119	71.646051	97.534922	77.316294
5000	80.690738	75.451951	98.027938	79.339723
5500	84.301413	81.446242	98.274445	81.256656

6000	87.833595	85.252141	98.356615	82.321619
6500	89.717425	87.630828	98.603122	84.451544
7000	92.386185	89.914367	98.9318	85.090522
7500	94.191523	91.151284	99.013969	86.474973
8000	95.525903	92.007612	99.013969	88.072417
8500	96.624804	93.149382	99.096138	88.817891
9000	97.959184	94.005709	99.424815	89.563365
9500	98.11617	94.576594	99.589154	90.521832
10000	98.66562	95.242626	99.835661	91.693291
10500	98.979592	96.194101	100	92.545261
11000	99.372057	96.955281	100	93.397231
11500	99.529042	97.906755	100	93.823216
12000	99.607535	98.667935	100	94.142705
12500	99.843014	98.953378	100	94.355698
13000	100	99.333968	100	94.462194
13500	100	99.333968	100	94.888179
14000	100	99.524263	100	95.101171
14500	100	99.714558	100	95.314164
15000	100	100	100	95.42066
15500	100	100	100	95.633653
16000	100	100	100	95.953142
16500	100	100	100	96.166134
17000	100	100	100	96.485623
17500	100	100	100	96.592119
18000	100	100	100	96.911608
18500	100	100	100	97.444089
19000	100	100	100	97.657082
19500	100	100	100	97.763578
20000	100	100	100	100

Tabel 5. CDF hari ke-5 Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	49.676898	1.0657194	43.363499	20.783133
1000	52.342488	4.6181172	46.757164	30.923695
1500	54.200323	5.8614565	53.31825	36.646586
2000	56.219709	30.373002	60.935143	41.365462
2500	58.642973	52.575488	67.496229	64.056225
3000	61.712439	61.811723	73.001508	70.582329
3500	66.074313	65.364121	79.260935	74.196787
4000	71.082391	68.561279	82.6546	77.610442
4500	74.555735	71.225577	85.671192	80.62249
5000	77.625202	76.731794	88.838612	82.831325
5500	81.179321	84.01421	90.799397	84.236948
6000	84.329564	86.678508	91.930618	85.441767
6500	87.641357	89.165187	93.288084	86.84739
7000	89.256866	90.230906	94.570136	88.654618
7500	91.760905	91.829485	95.324284	89.558233
8000	93.376414	92.895204	95.625943	90.662651
8500	94.588045	93.783304	96.757164	90.963855
9000	95.638126	95.559503	97.586727	91.566265
9500	97.092084	95.737123	97.737557	92.369478
10000	97.657512	96.447602	98.868778	92.871486
10500	97.899838	97.158082	99.396682	93.273092
11000	98.384491	97.868561	99.698341	93.7751
11500	98.707593	98.046181	99.924585	94.176707
12000	99.11147	98.579041	100	94.277108

12500	99.192246	98.934281	100	95.080321
13000	99.273021	99.111901	100	95.682731
13500	99.515347	99.28952	100	95.783133
14000	99.676898	99.28952	100	96.084337
14500	99.676898	99.64476	100	96.385542
15000	99.676898	100	100	96.787149
15500	99.676898	100	100	97.389558
16000	99.757674	100	100	97.590361
16500	100	100	100	97.590361
17000	100	100	100	98.092369
17500	100	100	100	98.393574
18000	100	100	100	100

Tabel 6. CDF Jl. Basuki Rakhmat

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	41.625	1.451767	32.233758	24.066886
1000	43.479167	31.117479	37.458138	33.621977
1500	44.791667	34.536772	43.45278	39.235593
2000	46.125	64.718243	52.662425	44.998507
2500	47.916667	77.803247	64.48426	66.975216
3000	50.145833	82.234957	72.002679	72.738131
3500	53.833333	84.221585	77.963831	76.978202
4000	58.1875	85.768863	81.915606	79.994028
4500	63	87.010506	86.38647	83.099433
5000	67.666667	90.08596	89.517749	84.920872
5500	72.5	92.989494	91.728064	86.503434
6000	76.75	94.51767	93.402545	87.72768
6500	80.583333	95.434575	94.825854	89.220663

7000	83.979167	96.103152	95.847287	90.146312
7500	87.166667	96.599809	96.651038	91.042102
8000	89.354167	96.962751	97.069658	92.027471
8500	91.1875	97.516714	97.488279	92.594804
9000	93.166667	97.956065	97.990623	93.162138
9500	94.8125	98.147087	98.241795	93.81905
10000	95.9375	98.414518	98.660415	94.505823
10500	96.916667	98.87297	99.229739	95.371753
11000	97.708333	99.121299	99.363697	95.789788
11500	98.229167	99.369628	99.464166	96.237683
12000	98.791667	99.579752	99.564635	96.446701
12500	99.104167	99.675263	99.665104	96.834876
13000	99.375	99.770774	99.698593	97.073753
13500	99.666667	99.789876	99.782317	97.223052
14000	99.8125	99.82808	99.832552	97.40221
14500	99.895833	99.904489	99.832552	97.551508
15000	99.916667	100	99.849297	97.760526
15500	99.916667	100	99.849297	97.999403
16000	99.9375	100	99.899531	98.148701
16500	100	100	99.899531	98.20842
17000	100	100	99.933021	98.447298
17500	100	100	99.933021	98.566736
18000	100	100	100	99.13407
18500	100	100	100	99.283368
19000	100	100	100	99.343087
19500	100	100	100	99.372947
20000	100	100	100	100

Tabel 7. Data CDF per-operator

range	CDF A	CDF B	CDF C	CDF D
500	12.09616	10.82183	4.306376	17.52888
1000	12.8906	29.99693	5.109537	22.4349
1500	18.55176	68.58939	9.76852	25.62511
2000	30.35662	84.84514	45.1892	32.47112
2500	37.60666	90.22692	70.99807	56.73392
3000	50.8886	92.31831	80.08097	67.23573
3500	72.11205	93.54186	84.85749	73.24108
4000	80.37721	94.53849	88.72311	77.13399
4500	85.83534	96.52561	92.41895	81.7253
5000	89.35444	97.95155	94.76966	85.27763
5500	91.81428	98.39926	96.06582	87.53664
6000	93.06185	98.65992	96.87551	89.09295
6500	94.14759	98.87151	97.60031	90.45094
7000	95.49226	98.99724	98.06066	91.68822
7500	96.25434	99.1291	98.37409	92.63235
8000	96.67216	99.27323	98.5961	93.26608
8500	96.90461	99.37443	98.77893	93.91274
9000	97.10763	99.40816	98.89974	94.50336
9500	99.29088	99.46335	98.98136	95.02932
10000	99.44095	99.54922	99.08257	95.47767
10500	99.79992	99.74854	99.507	97.02535
11000	99.87936	99.78534	99.60168	97.35299
11500	99.89407	99.79148	99.71922	97.64615
12000	99.90879	99.82214	99.77472	97.9005
12500	99.92644	99.86507	99.84329	98.04708
13000	100	99.87121	99.86614	98.24108
13500	100	99.90187	99.96409	98.37041

14000	100	99.9264	99.96409	98.4825
14500	100	99.92947	99.96735	98.59027
15000	100	99.92947	99.96735	98.74547
15500	100	99.92947	99.97062	98.84463
16000	100	99.93254	99.97062	98.88774
16500	100	99.9448	99.97715	98.99983
17000	100	99.9632	100	99.31454
17500	100	99.97547	100	99.65942
18000	100	100	100	99.83618
18500	100	100	100	99.93533
19000	100	100	100	99.93964
19500	100	100	100	100

RIWAYAT HIDUP



Wilda Ikhdiah adalah anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Moch.Ja'far dan Miftakhul Jannah yang lahir di Sidoarjo pada tanggal 8 April 1992.

Penulis mengenyam pendidikan di SDN Banjarasri, Sidoarjo, SMPN 1 Candi Sidoarjo. Setelah lulus dari jenjang sekolah menengah pertama, dilanjutkan ke SMAN 3 Sidoarjo. Pada tahun 2010 penulis resmi menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Telkom, Bandung pada program studi D3 Teknik Telekomunikasi dan dilanjutkan ke program Lintas Jalur S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun 2014.

Penulis mengambil Tugas Akhir pada semester 4 Lintas Jalur mengenai Analisis Kinerja TCP/IP untuk Jaringan Nirkabel 3G di Surabaya dengan dosen pembimbing Dr. Ir. Suwadi, M.T.